



HAL
open science

Etude hydroacoustique de l'ichtyofaune du lac de Gérardmer. Campagne 2005

Michel Colon, Charlotte Vergès, Jean Guillard

► **To cite this version:**

Michel Colon, Charlotte Vergès, Jean Guillard. Etude hydroacoustique de l'ichtyofaune du lac de Gérardmer. Campagne 2005. [Rapport Technique] 2006. hal-02821228

HAL Id: hal-02821228

<https://hal.inrae.fr/hal-02821228>

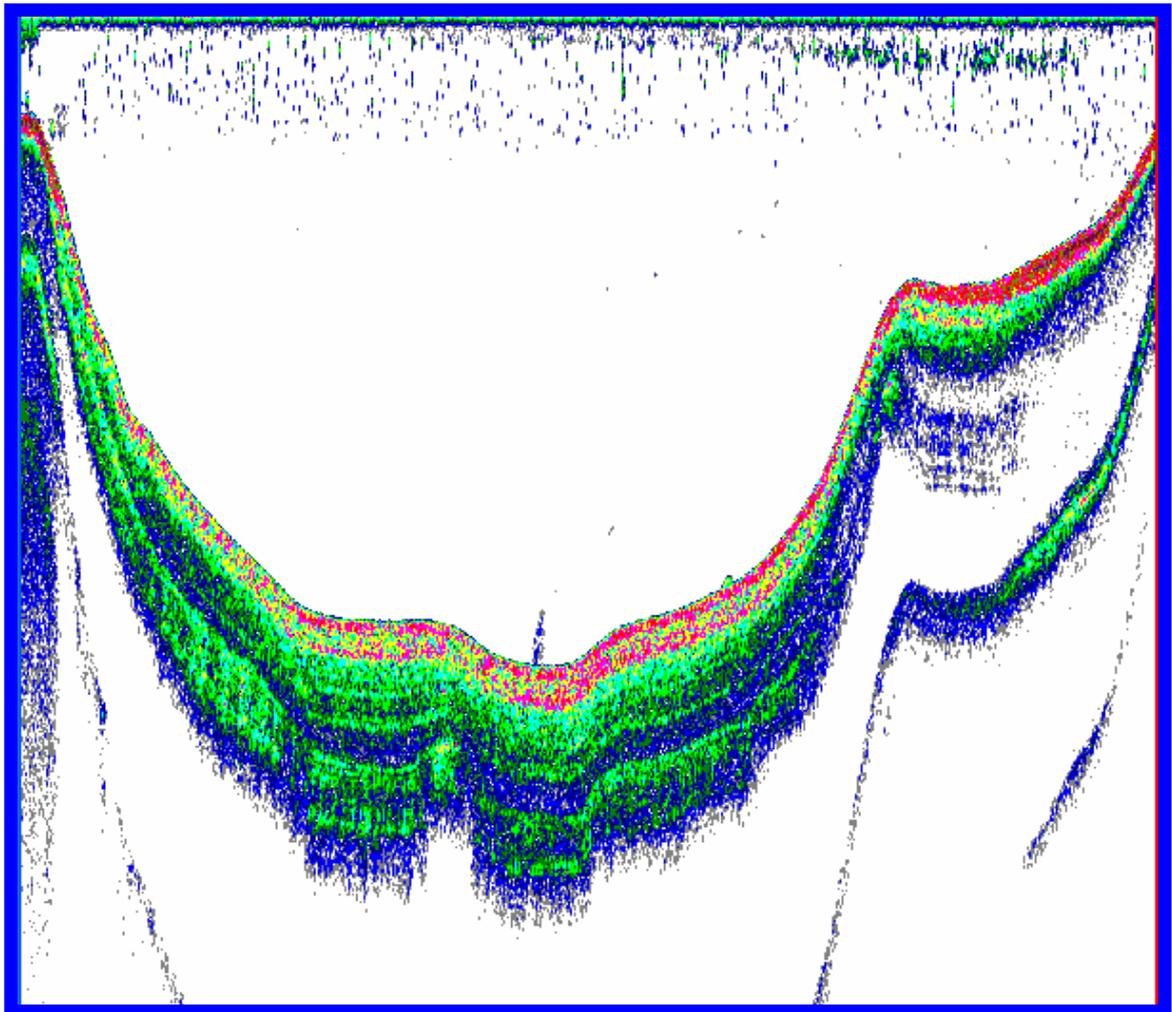
Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Etude hydroacoustique de l'ichtyofaune
du lac de Gérardmer
*Campagne de juin 2005***

COLON M., VERGES C., GUILLARD J.



INRA UMR-CARTEL
Station d'Hydrobiologie Lacustre
75, avenue de Corzent
74203 Thonon-les-bains

Rapport I.L., 264-2006, 14 pages

Cette étude a été réalisée par l'INRA de Thonon-les-Bains en complément du stage de formation à la pêche aux filets organisé par le CSP du 13 au 17 juin 2005 sur le lac de Gérardmer.

Ce document synthétise les résultats obtenus lors de la campagne acoustique réalisée en juin 2005 et compare ceux-ci aux données collectées simultanément par les stagiaires lors des pêches effectuées selon la norme européenne (PrEN 14757).

Collaborations techniques : Collas M., Hustache JC.

Introduction.

L'état des peuplements piscicoles des plans d'eau est une composante essentielle de l'évaluation de leur qualité générale, d'où l'importance d'inventorier et de quantifier ce peuplement. Dans un lac, la distribution spatiale de ces peuplements varie selon les espèces, leur stade de développement, et peut être influencée par les disparités de l'habitat. Jamais constante au cours de l'année, elle varie en fonction des saisons et de la température.

L'utilisation de ces techniques dans les milieux aquatiques est maintenant bien développée et acceptée comme une méthode reconnue, en particulier dans les lacs (Kubecka *et al.*, 1998 ; Winfield *et al.*, 2002, Wanzenböck *et al.*, 2003). Les lecteurs pourront se référer en particulier à l'ouvrage de MacLennan et Simmonds (1992) qui fait référence et à deux chapitres d'ouvrages (Brandt, 1996 ; Guillard et Marchal, 2001) plus précisément consacrés à l'utilisation de l'hydroacoustique en milieu lacustre.

Nous rappellerons seulement que l'hydroacoustique est une méthode non destructive qui permet la vision quantitative de l'ensemble des structures spatiales du peuplement piscicole, toutes espèces confondues ainsi que leur répartition en classes de taille.

Milieu, matériel et méthodes.

Le lac de Gerardmer.

Situé au coeur du massif vosgien, le Lac de Gerardmer, d'origine glaciaire, mesure 2200 m de long par 750m de large. Il a une superficie de 116 ha et une profondeur maximale de 38.4 m.



Figure 1 : Lac de Gerardmer.

Matériels.

Les couvertures acoustiques furent réalisées le 15/06/2005 de 13h20 à 16h20 pour la campagne de jour et de 20h58 à 22h06 pour la campagne de nuit. L'équipement acoustique fut embarqué sur un zodiac fournit par le CSP et quatre personnes participèrent à ces campagnes.

Equipement embarqué.

- Un sondeur numérique SIMRAD EK 60 de type split-beam (faisceaux partagés), fréquence : 70kHz.
- Un transducteur circulaire de 11° à -3 dB, situé à 70 cm en dessous de la surface de l'eau.
- Un micro-ordinateur pour la gestion du sondeur et l'archivage des données.
- Un GPS.

Méthodes

- Campagne acoustique.

Deux couvertures acoustiques ont été effectuées le 15 juin, de jour et de nuit (Figure 2). Les transects orientés Sud-Nord ou Nord-Sud étaient distants d'environ 150 à 200 mètres. Les parcours effectués en transects permettent d'échantillonner avec le même effort d'échantillonnage les différents compartiments spatiaux. La vitesse du bateau était l'ordre de 8 km.h⁻¹, la longueur d'impulsion du sondeur de 0.256 ms et le nombre d'émissions par seconde d'environ 5. Pendant toute la campagne le temps a été beau, la vitesse du vent nulle et la surface du lac calme.



Parcours de jour



Parcours de nuit

Figure 2 : Localisation des transects effectués le 15 juin 2005

- Traitement des données acoustiques.

Les données acoustiques ont été traitées avec le logiciel Sonar 5. Les séquences d'échointégration, unité élémentaire d'échantillonnage, permettent d'obtenir la valeur de la biomasse moyenne, exprimée en Sa (m².ha⁻¹) détectée dans le volume échantillonné. Ces unités sont équivalentes à une distance parcourue d'environ 160 mètres.

Pour l'analyse des données, la masse d'eau sera divisée en deux couches (0 m-5 m, et 5 m-Fond). Ce choix correspond à un juste équilibre entre la structure thermique (position de la thermocline) et la répartition des principales population de poissons (Guillard, 1991) à cette période de l'année.

Pour des raisons techniques et de sécurité le 1.20 mètre en dessous de la surface n'est pas échantillonné ainsi que les zones littorales dont la profondeur du fond est inférieure à 5 m.

Pour calculer des estimateurs de biomasse réalisés à partir des « Sa », nous avons choisi une méthode simple et reconnue en hydroacoustique pour les calculs d'estimation de stock de poissons (MacLennan et Simmonds, 1992), la moyenne arithmétique des valeurs. En effet celle-ci est considérée comme un estimateur sans biais de la moyenne sur la zone si l'effort est réparti de façon homogène sans hypothèse statistique au départ (Smith, 1990).

Les sondeurs split-beam permettent le calcul de la position de chaque poisson dans le cône acoustique et ainsi leur index de réflexion compensé (Target Strength) exprimé en dB. Cet index de réflexion (TS), pour une espèce donnée, est proportionnel à la taille de chaque individu de cette espèce (MacLennan et Simmonds, 1992).

Nous ne disposons pas d'équation de la littérature pour les espèces vivantes dans le lac, mais l'utilisation des équations classiques de Love (1971, 1977) permettent d'aborder les répartitions en taille des poissons dans le milieu naturel. A titre indicatif les poissons ayant une TS comprise entre -50 dB et -46 dB, correspondent à des poissons mesurant entre environ 6 et 11 cm, et les poissons ayant une TS comprise entre -34 dB et -32 dB à des poissons mesurant environ entre 45 et 60 cm.

Résultats

- Classes de tailles

Le nombre de poissons « trackés » durant les campagnes de jour et de nuit sont comptabilisés dans le tableau 1 et représentés par classes de tailles dans les figures 3

	0 – 5 m.	5 m – Fond.
Jour	6	34
Nuit	71	66

Tableau 14 : Nombre de poissons détectés, au cours des campagnes de jour et de nuit.

On constate que le nombre de poissons détectés de nuit est nettement supérieur au nombre de jour (Fréon *et al.*, 1996)

Lorsque nous examinons la répartition par classes de tailles du parcours complet de nuit, nous constatons que dans la couche 0–5m les poissons de très petite taille, TS moyenne comprise -56 dB et -60 dB, sont largement les plus nombreux.

Pour la couche 5m–Fond, les poissons numériquement important sont légèrement plus grands, TS moyenne -53 et -59 dB.

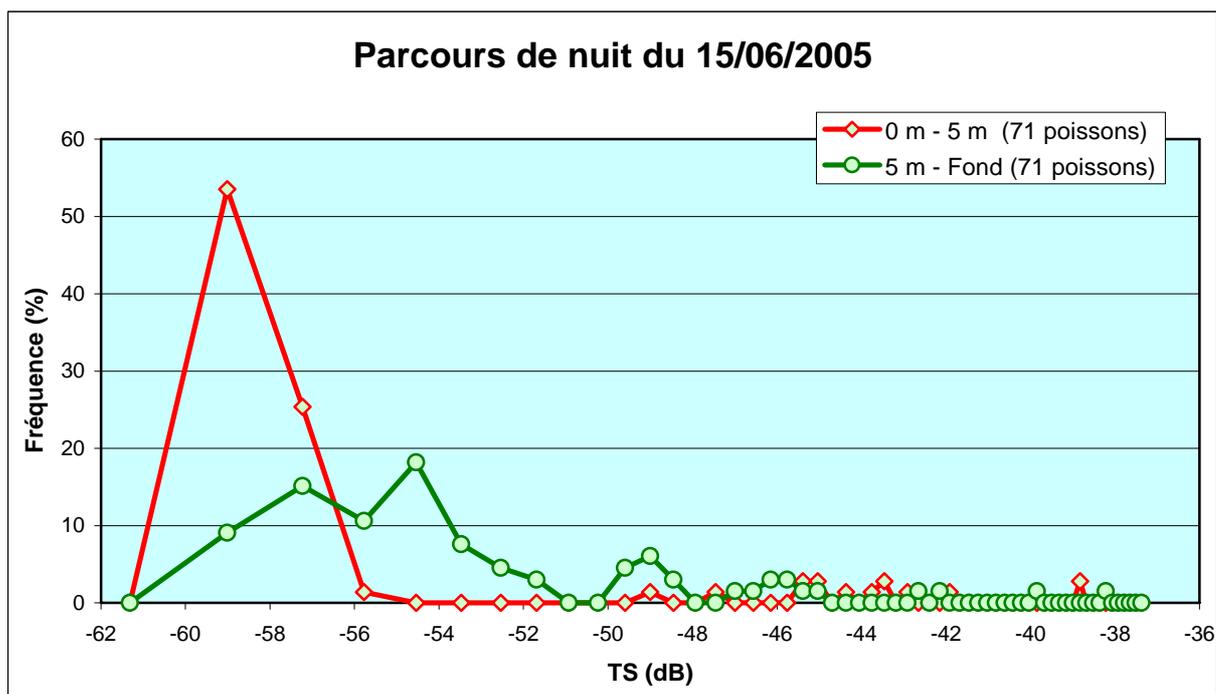


Figure. 3 : Distribution en classes de tailles, pour les strates 0 – 5m, 5 – Fond, parcours de nuit.

- Estimation des biomasses piscicoles.

Chaque séquence d'échantonnage, exprimée en unité d'échantonnage, est visualisée par un cercle dont le rayon est proportionnel à la biomasse détectée. Les résultats des campagnes jour et nuit sont représentés pour chaque couche dans les figures 4 et 5. Les résultats des Sa moyens des campagnes de jour et de nuit, pour la totalité du lac et pour chaque bassin exprimés en unité d'échantonnage, sont résumés dans les tableaux 2.

		Sa total du Lac	
		0 m – 5 m	5 m – Fond
JOUR	Minimum	0.01	0.01
	Maximum	0.33	0.02
	Moyenne	0.10	0.01
NUIT	Minimum	0.03	0.01
	Maximum	0.48	0.06
	Moyenne	0.14	0.03

Tableau. 2 : Sa en unité d'intégration pour la totalité du lac.

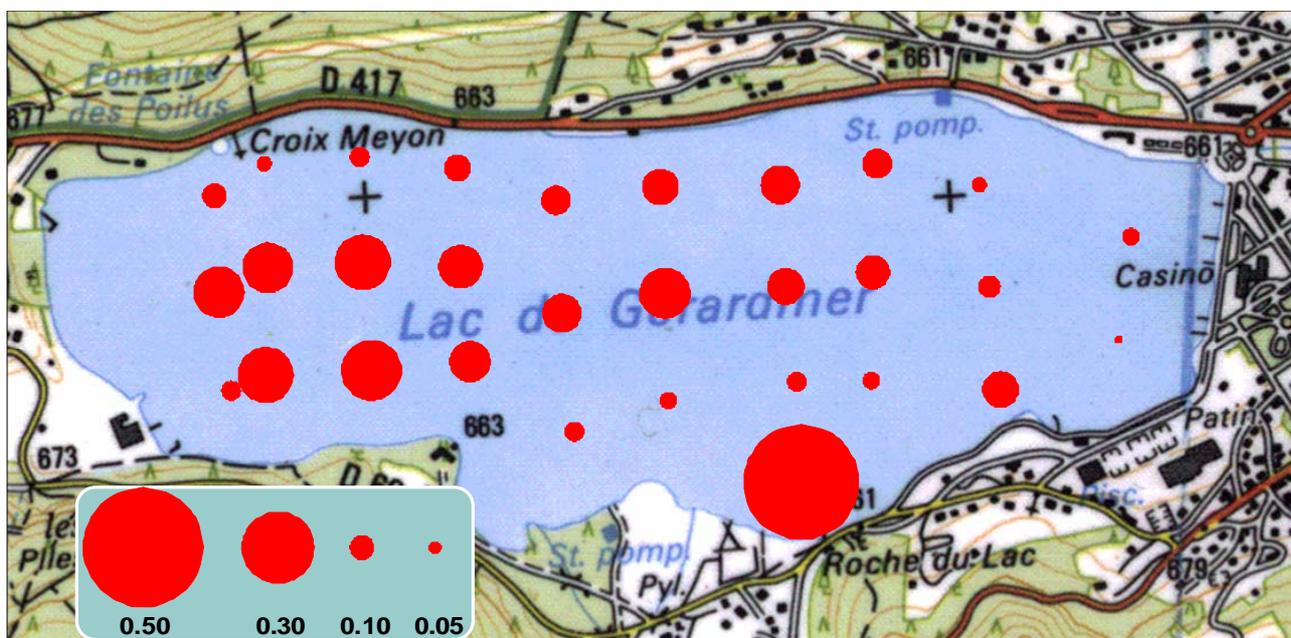
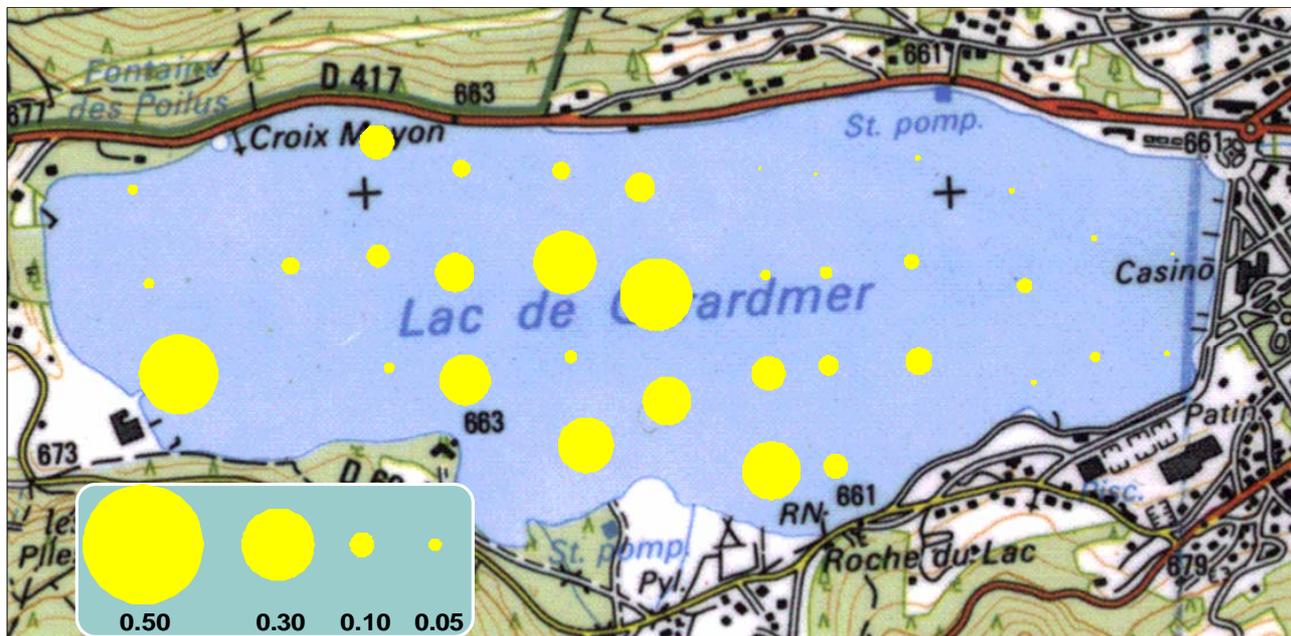


Figure. 4 : Séquences d'échointégration de la couche 0 – 5m. Jaune, parcours de jour. Rouge, parcours de nuit.



Figure. 5 : Séquences d'échointégration de la couche 5 – Fond. Jaune, parcours de jour. Rouge parcours de nuit.

- Pêche au standard européen.

La pose de 40 filets benthiques et 6 filets pélagiques permirent la capture de 760 individus dans 13 espèces différentes, pour un poids total d'environ 52 kg. Les résultats des pêches par filets et par espèces compilés dans le tableau 3, mettent en évidence les trois espèces dominantes du lac : les perches (46.3%), les grémilles (36.2%) et les gardons (7.6%).

	Filets benthiques	Filets pélagiques	Total par espèce	% par espèce
TRUITE FARIO (<i>Salmo Trutta</i>)	2		2	0.3
TRUITE ARC-EN-CIEL ()	1		1	0.1
TANCHE (<i>Tinca tinca</i>)	8		8	1.1
SANDRE (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	1		1	0.1
ROTENGLE (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	39	1	40	5.3
PERCHE SOLEIL (<i>Lepomis gibbosus</i>)	1		1	0.1
PERCHE (<i>Perca fluavittilis</i>)	350	2	352	46.3
GREMILLE ()	275		275	36.2
GOUJON (<i>Gobio gobio</i>)	7		7	0.9
GARDON (<i>Rutilus rutilus</i>)	50	8	58	7.6
CHEVESNE (<i>Leuciscus cephalus</i>)	1		1	0.1
CHABOT (<i>Leuciscus cephalus</i>)	1		1	0.1
BREME BORDELIERE ()	13		13	1.7
Total par type de filet.	749	11	760	
% par type de filet.	98.6	1.4		

Tableau 3 : Répartition de la pêche par types de filet et par espèce.

La répartition par strate et par espèce des poissons pêchés aux filets benthiques et pélagiques est détaillée dans le tableau 4. Nous constatons que 81.6 % des poissons pêchés le sont dans la strate 0-5.9m, et que les captures de perches et de grémilles représentent 82.5 % du total pêché par ces filets.

Strates (m)	TRUITE FARIO (<i>Salmo Trutta</i>)	TRUITE ARC-EN-CIEL ()	TANCHE (<i>Tinca tinca</i>)	SANDRE (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	ROTENGLE (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	PERCHE SOLEIL (<i>Lepomis gibbosus</i>)	PERCHE (<i>Perca fluavittilis</i>)	GREMILLE ()	GOUJON (<i>Gobio gobio</i>)	GARDON (<i>Rutilus rutilus</i>)	CHEVESNE (<i>Leuciscus cephalus</i>)	CHABOT ()	BREME BORDELIERE ()	Total	%
< 3	0	1	5	0	24	1	80	145	6	25	1	1	8	297	39.1
3 - 5.9	2	0	3	1	16	0	169	100	1	27	0	0	4	323	42.5
6 - 11.9	0	0	0	0	0	0	97	22	0	6	0	0	1	126	16.6
12 - 19.9	0	0	0	0	0	0	26	8	0	0	0	0	0	14	1.8
Total	2	1	8	1	40	1	352	275	7	58	1	1	13	760	

Tableau 4 : Répartition de la pêche des 40 filets benthiques et des 6 filets pélagiques, par espèce et par strate.

Les mesures biométriques de taille réalisées sur tous les individus capturés ont permis d'établir pour les espèces dominantes, perche et grémille, des histogrammes taille-fréquence des captures (Figures 6).

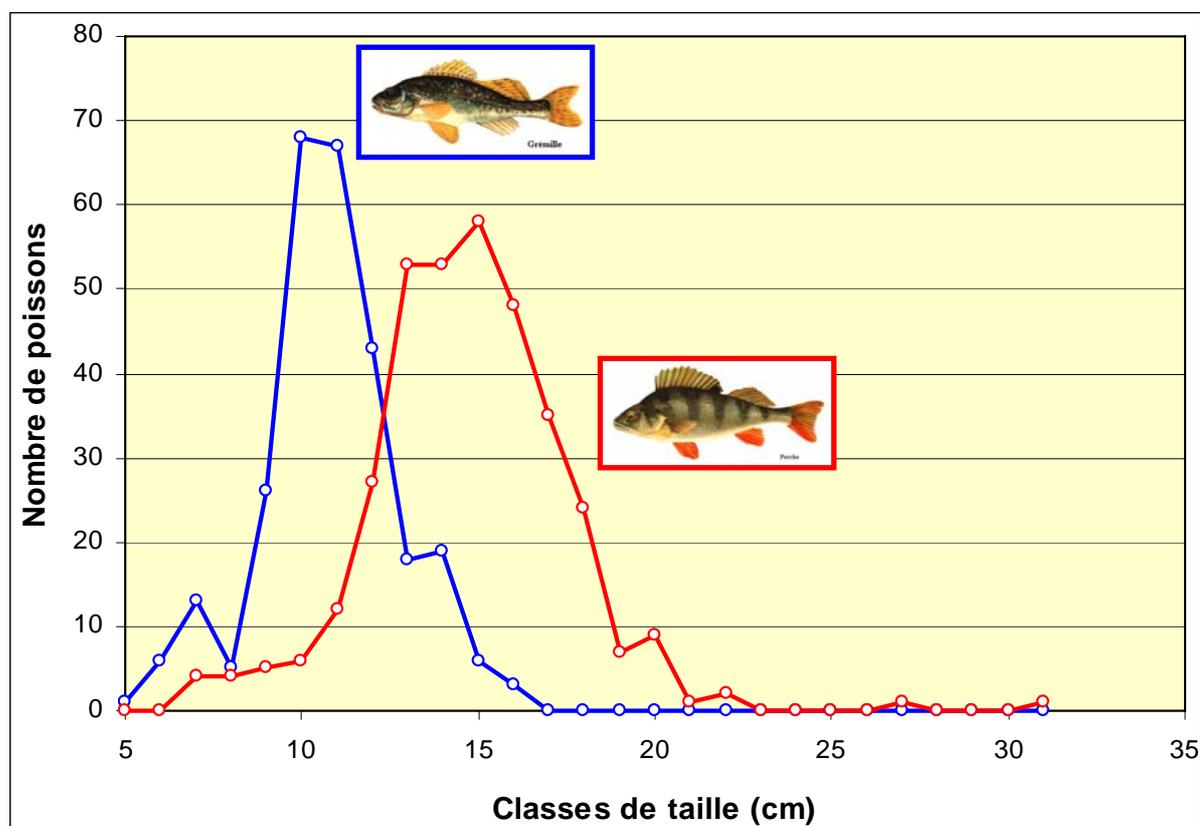


Figure 6 : Histogramme taille-fréquence des captures de grémilles et de perches.

Analyse des données acoustiques

Pour faciliter l'analyse et la comparaison des résultats obtenus par l'acoustique à ceux obtenus par la pêche, nous avons fixé pour les deux couches analysées, la valeur de TS -51 dB correspondant à une taille approximative de 5-6 cm, comme valeur séparant les poissons de petite taille, des poissons de tailles capturable par la pêche.

	Poissons < 5.5 cm		Poissons > 5.5 cm		Sa
	%	TS moy.	%	TS moy.	
0 – 5m	80.3	-59	19.7	-43	014
5 – Fond	63.4	-56	36.6	-41	0.03

Tableau 5 : Proportion de grands et de petits poissons, TS moyenne et Sa par couche pour l'ensemble du lac.

L'analyse des données acoustiques montre la présence d'une forte proportion de très petits poissons dans la couche 0 – 5m, de l'ordre de 80.3 % des poissons détectés dans cette strate. Moins importante dans la strate inférieure mais quand même conséquente ces petits poissons représentent encore 63.4 % du total des poissons détectés. Les TS moyennes de ces poissons sont de l'ordre de -59 dB à -56 dB, ce qui correspond à des poissons de taille inférieure à 4 cm.

On note aussi que respectivement 19.7 % et 36.6 % des poissons détectés dans la couche 0 – 5m et 5m – Fond ont une TS de -43 dB à -41 dB ce qui correspond à une taille de 15 à 20 cm. (Tableau 5)

La comparaison des valeurs obtenues d'échointégration S_a ($m^2 \cdot ha^{-1}$) des différentes couches analysées, montre que le S_a moyen de la couche 0 – 5 m 0.14 est presque cinq fois supérieur à celui particulièrement faible de la couche profonde 5m – fond. 0.03. (Tableau 2)

Analyse de chaque couche par rapport au fond.

			Nombre de poissons détectés					Proportion			
			Fond +5m	Fond + 10m	Fond > 5 m	Fond > 10 m	Total	Fond +5m %	Fond >5m %	Fond + 10 m %	Fond > 10 m %
0 – 5 m	Nombre	Total	15	24	56	47	71	21.1	78.9	33.8	66.2
		> 5cm	10	13	4	1	14				
		< 5 cm	5	11	52	46	57				
	Proportion %	> 5 cm	66.7	54.2	7.1	2.1	19.7				
		< 5 cm	33.3	45.8	92.8	97.8	80.3				
5 – Fond	Nombre	Total	45	55	26	16	71	63.4	36.6	77.5	22.5
		> 5cm	21	21	5	5	26				
		< 5 cm	24	34	21	11	45				
	Proportion %	> 5 cm	46.7	38.2	19.2	31.2	36.6				
		< 5 cm	53.3	61.8	80.8	68.8	63.4				

Tableau 7 : Proportion de grands et de petits poissons, de chaque couche en fonction de la distance par rapport au fond.

Dans les couches 0–5 m et 5m–Fond, la proportion de poissons détectés dans les 5 mètres au dessus du fond est significativement différente. Dans la strate inférieure, elle apparaît deux fois plus importante 63.4 % que dans la strate supérieure 21.1 %. L'analyse pour ces deux couches des 10 mètres au dessus du fond confirme cette différence avec respectivement 77.5 % et 33.8 % du nombre total de poissons détecté dans chaque couche.

Pour la couche 0 – 5 m, les proportions des poissons de taille inférieure à 5.5 cm dans les tranches + 5 mètres et + 10 mètres, représentent respectivement 33.3 % et 45.8 %. Ces proportions apparaissent significativement différente de celle obtenue dans l'intégralité de cette couche 80.3 %. La répartition des poissons de taille supérieure ou inférieure à 5 cm n'apparaît donc pas homogène et les petits poissons semblent moins afféodés au fond que les grands.

Si nous faisons la même analyse pour la couche 5m – Fond les proportions des poissons de taille inférieure à 5 cm dans les tranches + 5 mètres et + 10 mètres au dessus du fond, sont respectivement de 53.3 % et 61.8 % et similaire à celle obtenue dans la totalité de la couche 63.4 %. Cela permet de dire que dans cette couche la répartition des poissons de taille inférieure et supérieure à 5 cm est homogène et indépendante de leur positionnement par rapport au fond.

Conclusion

La comparaison des données acoustiques aux données obtenues par la pêche laisse apparaître des images relativement différentes de l'ichtyofaune du lac. (Figure 7 et 8)

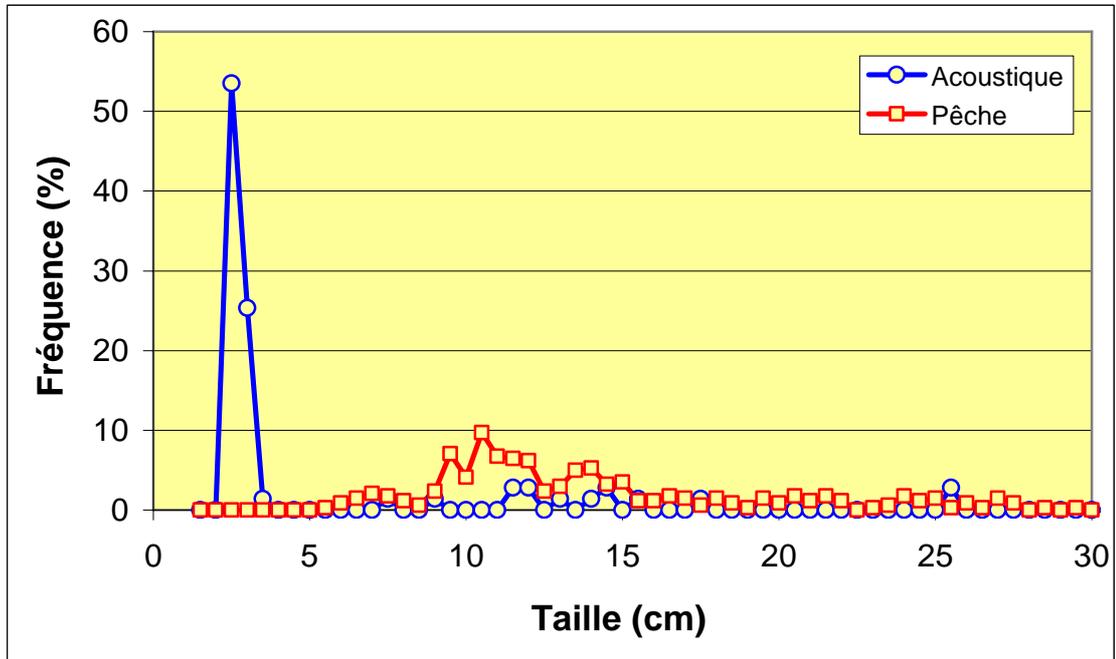


Figure. 7 : Distribution en classes de tailles, des données de la pêche et de l'acoustique dans la strates 0 – 5m

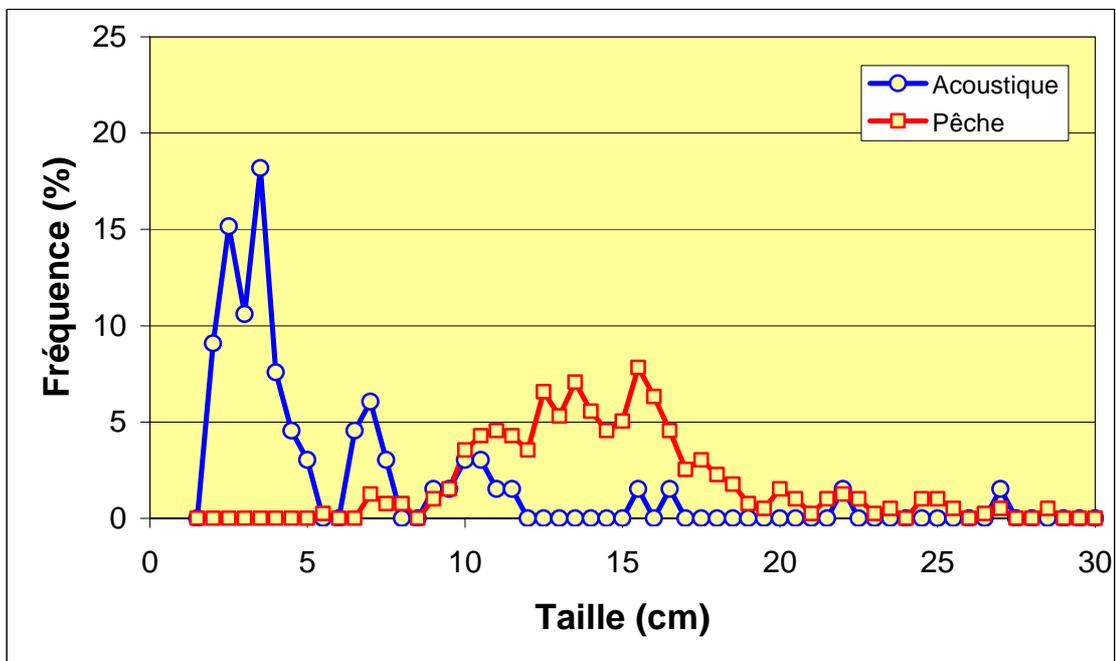


Figure. 8 : Distribution en classes de tailles, des données de la pêche et de l'acoustique dans la strates 5m - Fond

Dans les deux couches étudiées, l'acoustique met en évidence la présence d'une quantité importante de petits poissons. Ces poissons n'apparaissent pas dans les résultats de la pêche du fait de leur petite taille inférieure à 4 cm. Ces poissons doivent correspondre aux alevins de l'année de percidés et de cyprinidés. La faiblesse du nombre de poissons de grande taille détectés par l'acoustique s'explique par le fait qu'en juin, un nombre important de poissons de taille adulte se trouve dans les zones littorales peu profondes et donc peu accessibles à l'investigation acoustique.

Ces deux remarques expliquent en partie seulement la faiblesse de la biomasse détectée (0.14) par acoustique dans la couche supérieure à la thermocline. Pour la strate inférieure à la thermocline, la quasi-inexistence de détection donne un Sa moyen particulièrement bas (0.03). Avant d'émettre une quelconque hypothèse sur les raisons de ces faibles densités, il serait nécessaire de vérifier précisément la qualité des eaux et le mode de gestion piscicole du lac.

A titre indicatif le tableau 8 récapitule les valeurs de Sa moyen relevées sur quelques lacs alpins et jurassien.

Lac	Sa Biomasse > thermocline	Sa Biomasse < thermocline
St Point	0,56	1,1
Chalain	0,69	1,83
Annecy		
Bourget	2,14	0,04
Aiguebelette	0,35	0,48

Tableau 8 : Valeurs du Sa moyen au dessus et en dessous de la thermocline dans quelques lacs alpins et jurassiens.

Pour conclure, les données acoustiques comme les données de pêche acquises durant le mois de juin, période peu favorable aux échantillonnages, ne donne pas une image représentative du peuplement piscicole du lac de Gérardmer. La norme européenne précise d'ailleurs que les campagnes doivent être effectuées dans la deuxième partie de la stratification thermique, soit pour l'Europe du sud durant la période allant de août à octobre. Malgré tout, la faiblesse des valeurs de biomasse détectées à cette période sont surprenantes et devraient interpeller les gestionnaires sur l'état de l'ichtyofaune du lac de Gérardmer.

Références bibliographiques :

- APPELBERG, Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets. Rapp. Inst. Freshwater Research, Drottningholm (Swedn), 26p.
- BRANDT S. B., 1996. Acoustic assessment of fish abundance and distribution. *In*: Murphy B.R., Willis, D.W. (Eds) Fisheries Techniques, 2nd edition, Am. Fish. Soc., 385-432.
- DEGIORGI F., 1994. Etude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre. Prospection multisaisonnière de 6 plans d'eau de l'est de la France à l'aide de filets verticaux. Thèse Doct., Un. Franche-Comté, Besançon, 191p.
- DEGIORGI F., GUILLARD J., GRANDMOTTET J.P., GERDEAUX D., 1993. Les techniques d'études de l'ichtyofaune lacustre utilisée en France: bilan et perspectives. *Hydroécologie appliquée*, 5, 2, 27-42.
- DEGIORGI F., GRANDMOTTET J.P., RAYMOND J.C., RIVIER J., 2002. Échantillonnage de l'ichtyofaune lacustre : engins passifs et protocole de prospection. *In* : La gestion piscicole des grands plans d'eaux, Ed. Gerdeaux, INRA Paris, 151-182.
- FREON P., GERLOTTO F., SORIA M., 1996. Diel variability of school structure with special reference to transition, *ICES J. Mar. Sci.*, 53 (2), 459-464.
- GUILLARD J., 1991. Etude des stocks pisciaires lacustres par échointégration : problèmes méthodologiques. *Th. Doct. Sci.: Un. Cl. Bernard*, Lyon I, 156 pp.
- GUILLARD J., MARCHAL E., 2001. L'hydroacoustique, méthode d'étude de la distribution spatiale et de l'abondance des peuplements pisciaires lacustres. *In* : La gestion piscicole des grands plans d'eaux, Ed. Gerdeaux, INRA Paris, 215 - 239.
- KUBECKA J., SEDA J., DUNCAN A., MATENA J., KETELAARS H. A. M., VISSER, P. 1998. Composition and biomass of the fish stocks in various European reservoirs and ecological consequences. *International Review of Hydrobiology*, 83: 559–568.
- LOVE R., 1971. Dorsal-aspect target strength of an individual fish. *Journal of the Acoustical Society of America*, 49: 816-823.
- LOVE R.H., 1977. Target strength of an individual fish at any aspect. *J. Acoust. Soc. Am.* 72, 1397-1402.
- MACLENNAN D.N., SIMMONDS E.J., 1992. Fisheries acoustics, Chapman and Hall, New York
- WANZENBÖCK J., MEHNER T., SCHULZ M., GASSNER H., AND WINFIELD I.J., 2003. Quality assurance of hydroacoustic surveys : the repeatability of fish-abundance and biomass estimates in lakes within and between hydroacoustic systems. *ICES Journal of Marine Science*, 60, 486-492.
- WINFIELD I. J., BEAN C. W., HEWITT D. P. 2002. The relationship between spatial distribution and diet of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Loch Ness, U.K. *Environmental Biology of Fishes*, 64: 63–73.