

LA POPULATION DE GARDONS (*RUTILUS RUTILUS* (L.)) DU LAC LÉMAN EN 1983-85

STRUCTURE EN AGE, DÉTERMINISME DU RECRUTEMENT, ANALYSE DE LA CROISSANCE

D. PONTON, D. GERDEAUX

I.N.R.A. - Station d'Hydrobiologie Lacustre
B.P. 11 F - 74203 THONON-LES-BAINS Cedex, France

Reçu le 22 février 1987
Accepté le 9 juin 1987

Received 22 February, 1987
Accepted 9 June, 1987

RÉSUMÉ

La distribution en tailles des gardons du Lac Léman, entre 1983 et 1985 est nettement bimodale avec absence de poissons de taille comprise entre 17 et 20 cm de longueur totale. On explique, en partie, l'absence de certaines cohortes par des conditions climatiques défavorables (coups de vent avec brassage des eaux entraînant une mortalité massive des œufs et alevins). La croissance relative annuelle à partir de la deuxième année de vie du gardon est corrélée à la somme des degrés-jours pour des températures supérieures à 15 °C au mois de septembre. L'automne chaud permet une prolongation de la période annuelle de croissance.

ROACH (*RUTILUS RUTILUS* (L.)) IN LAKE GENEVA IN 1983-85 AGE STRUCTURE, RECRUITMENT AND GROWTH

SUMMARY

Distribution of length groups of roach (*Rutilus rutilus* (L.)) in Lake Geneva between 1983 and 1985 is really bimodal without fishes between 17 to 20 cm. The absence of many year classes is explained by bad climatic factors (wind and turn-over of water) inducing mortality in fry. There is a positive correlation between the relative annual growth and the sum of degree-days over 15 °C in September. A warm autumn increases the annual growth period.

1. INTRODUCTION

Le peuplement piscicole du lac Léman est composé de six espèces principales : trois Salmonidés : la Truite, l'Omble, le Corégone, un Percidé : la Perche, un Gadidé : la Lotte, et un Cyprinidé, le Gardon. Les quatre premières espèces sont très recherchées par la pêche alors que le gardon est particulièrement évité du fait du manque de débouchés commerciaux. Dans ce milieu, au compartiment pélagique important, le gardon occupe une niche écologique originale voisine de celle du corégone.

Dans le cadre d'une étude centrée sur l'alimentation comparée du corégone (*Coregonus schinzi palea*) et du gardon (*Rutilus rutilus*) dans le lac Léman, des données morphométriques ainsi que des écailles ont été recueillies pour tous les animaux dont le contenu du tube digestif avait été analysé (PONTON, 1986). Ces données, associées à celles relatives au sexe des poissons capturés, ont apporté quelques connaissances supplémentaires sur la biologie des gardons de ce lac. En particulier, l'utilisation du rétrocalcul à partir de la lecture des écailles a permis d'établir les courbes de croissance pour chacune des cohortes présentes dans le milieu.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. - Echantillonnage

Les poissons ont été capturés à l'aide d'engins très variés : filets maillants de fond (maille de 20 à 50 mm), filets dérivants (maille de 50 à 55 mm) et chaluts pélagiques (poche de maille 5 à 25 mm) (fig. 1). Les pêches ont eu lieu entre décembre 1983 et février 1985. La longueur totale de chaque individu a été mesurée au millimètre près.

Du fait des contraintes liées à l'échantillonnage, les poids des gardons étudiés n'ont pas toujours été établis de façons identiques. Aucune donnée relative à la croissance pondérale ne sera donc présentée ici. Il en sera de même pour tout facteur en relation avec le poids.

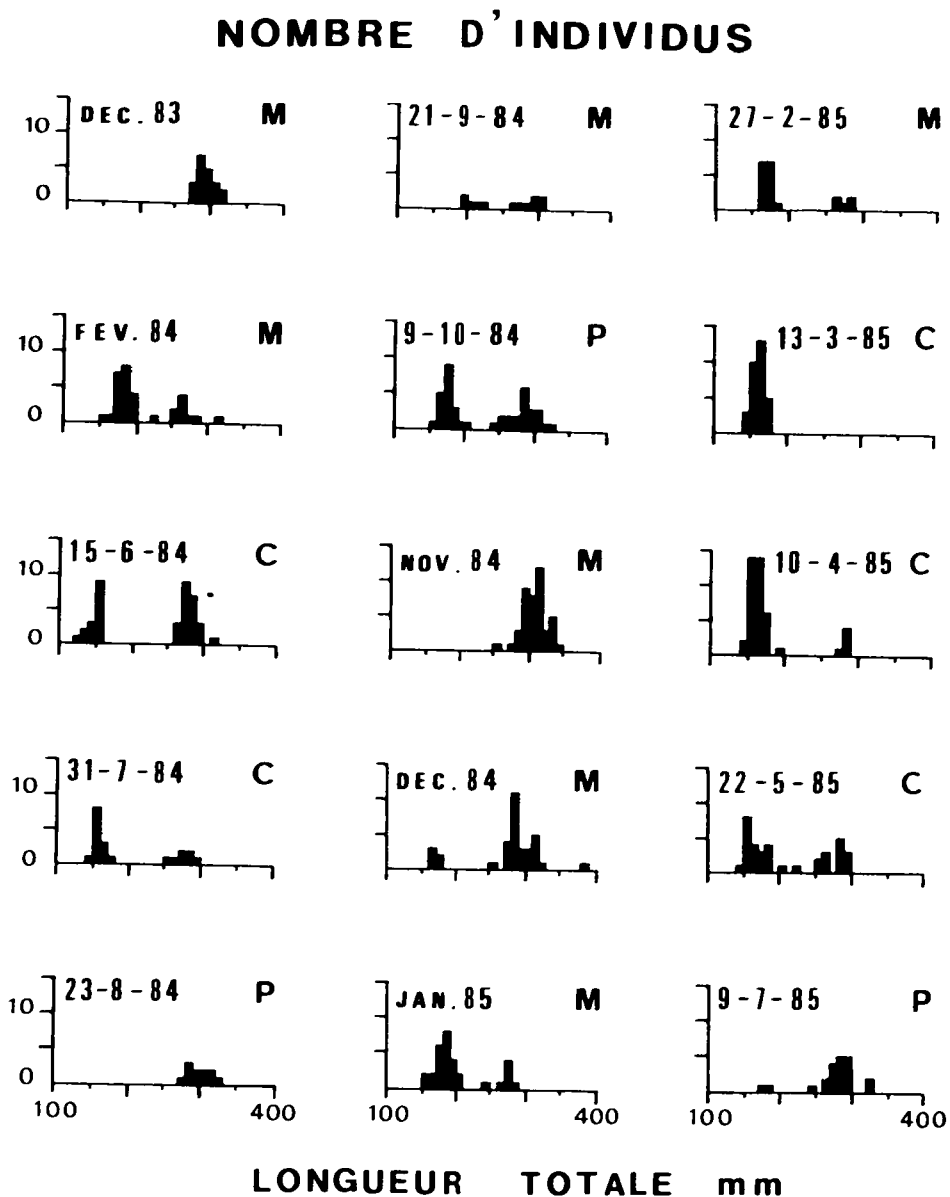


Figure 1 : Histogrammes des tailles des gardons capturés lors de quelques pêches la date et l'engin de capture utilisé sont indiqués.

C : Chaluts pélagiques

M : Filets maillants

P : Pics

Figure 1 : Distribution of lengths of roaches. The fishes have been caught by pelagic trawl (C), bottom gill nets (M) and surface gill nets (P).

2.2. - Détermination de l'âge par scalimétrie

Les écailles ont toutes été prélevées sur une même région du corps : la zone située au-dessus de la ligne latérale à la hauteur de la nageoire dorsale. Après un nettoyage dans une solution de potasse à 5 pour cent suivi d'un rinçage dans de l'eau distillée, les écailles sont ensuite montées entre deux lames pour microscopie. Les observations se font grâce à un lecteur de microfiches de bonne qualité optique. Les mesures sont effectuées à l'aide d'une règle graduée dans une même zone pour toutes les écailles. Le meilleur emplacement paraît être le rayon transversal à l'axe longitudinal du poisson (BOËT et LE LOUARN, 1985). Généralement, cinq ou six écailles sont observées par poisson, mais les mesures ne sont effectuées que sur une seule d'entre elles.

2.3. - Analyse de la croissance

La croissance linéaire annuelle peut être établie, pour chaque individu, par la méthode des rétro-mesures.

2.3.1. - Principe de la rétro-mesure

Il repose sur l'hypothèse d'une croissance de l'écaille directement proportionnelle à la croissance en longueur du poisson (LEE, 1920 *in* TESCH, 1968).

Connaissant la longueur (L) du poisson à la capture, le rayon (R) de son écaille et le rayon (R_i) de l'écaille à chacune des différentes périodes d'arrêt de la croissance, on peut en déduire la longueur (L_i) qu'avait le poisson lors de la formation de chacun des annuli.

On a donc :

$$L_i - L_0 = (L - L_0) \times (R_i / R)$$

L₀ représente la valeur de l'ordonnée à l'origine de la droite de régression de la longueur du poisson en fonction de la longueur du rayon de son écaille.

2.3.2. - Etude comparative de la croissance entre les cohortes

2.3.2.1. - Méthode de KEMPE (1962)

KEMPE (1962) a défini la croissance standard d'une population de poissons durant le passage d'un âge donné au suivant comme la moyenne de l'accroissement en longueur des individus de chacune des cohortes de la population lors de ce même passage.

Cette notion de croissance standard est ensuite utilisée pour comparer la croissance des différentes cohortes entre elles et définir la croissance relative de l'ensemble de la population pour chaque année civile. La croissance en longueur pour chaque âge de chaque cohorte est exprimée en pourcentage de la croissance standard correspondante.

La croissance relative pour chaque année civile correspond à la moyenne des pourcentages des accroissements observés pour chacune des cohortes cette année-là

2.3.2.2. - Méthode de KEMPE modifiée par GERDEAUX

GERDEAUX (1986) remarque que la notion de moyenne perd son sens dans le cas d'échantillons comportant peu d'individus. Des valeurs extrêmes influent alors de façon trop importante sur la valeur de la moyenne. Il a donc développé une méthode s'inspirant de celle exposée ci-dessus, mais se référant à l'esprit de la statistique non paramétrique. C'est donc une méthode qui ne s'intéresse pas à la valeur des observations mais à la valeur de leur rang.

Le rang de chacun des accroissements individuels observés pour un âge donné et pour toutes les cohortes est déterminé. Le rang moyen obtenu pour chacune des cohortes est exprimé en pourcentage du rang moyen obtenu pour tous les accroissements observés pour un âge donné.

Pour chacune des cohortes et pour un accroissement correspondant à un âge donné, on calcule donc :

$$\text{Accroissement relatif en \%} = \left[\left(\sum_{i=1}^n r_{ci} / n \right) / ((N + 1) / 2) \right] \times 100$$

avec :

n : nombre d'accroissements individuels observés pour un âge donné pour la cohorte c.

r_{ci} : rang de l'accroissement individuel i observé pour un âge donné correspondant à la cohorte c.

N : nombre total d'accroissements observés pour un âge donné pour toutes les cohortes.

3. RÉSULTATS

3.1. - Structure en taille

Deux groupes de poissons se distinguent nettement par leur taille (fig. 1). Le premier groupe a un mode qui évolue de 150 mm à 180 mm au cours du temps. Le deuxième groupe est constitué de poissons de longueur totale supérieure à 220 mm tout au long de l'étude.

La distribution des tailles des poissons du premier groupe est unimodale ; ils semblent donc appartenir à une même cohorte. Par contre, la composition en âge du second groupe apparaît plus complexe ; une méthode de détermination de l'âge s'avère nécessaire pour distinguer les différentes cohortes qui le constituent. En effet, des méthodes comme celle de Petersen (TESCH, 1968), de Bhattacharya ou d'autres basées sur le même principe, ne peuvent être utilisées étant donné le faible nombre d'individus capturés lors de chaque pêche.

3.2. - Structure en âge de la population échantillonnée

Les écailles de 626 gardons ont été observées. Certaines n'ont pas pu faire l'objet d'une lecture. Un nombre encore plus faible d'entre elles a pu être utilisé pour les rétro-mesures (tableau 1). En effet, seules les écailles présentant des zones d'arrêt de croissance visibles et bien délimitées ont été retenues facilitant ainsi la détermination de la distance de ces zones au centre de l'écaille.

LONGUEUR TOTALE DES INDIVIDUS	NOMBRE D'ÉCAILLES		
	OBSERVEES	LISIBLES	UTILISEES POUR LES RETROMESURES
≤ 220 mm	348	346 (99%)	303 (87%)
> 220 mm	278	206 (74%)	172 (62%)
TOTAL	626	552 (88%)	475 (76%)

Tableau 1 : Résultats des observations des écailles de gardons.

Table 1 : Results of scales examinations.

L'étude scalimétrique a mis en évidence la présence de cinq cohortes. La cohorte de 1982 correspond aux poissons dont la longueur totale est inférieure à 220 mm tout au long de l'étude. Le deuxième groupe, constitué d'individus dont la longueur totale excède 220 mm, comprend des poissons appartenant aux cohortes de 1978, 1977, 1976 et 1975.

3.3. - Déterminisme du recrutement

Les individus nés en 1979, 1980 et 1981 ne sont pas représentés dans le lac, nous avons donc cherché quel facteur pouvait provoquer de telles absences.

L'Institut de Limnologie dispose de relevés journaliers de la température minimale de surface au port de Rives (Thonon-les-Bains) ainsi que des enregistrements de la vitesse et de la direction du vent. Faute d'observations antérieures à 1982, aucune donnée précise n'existe sur la période de fraie du gardon, ni sur le succès du recrutement, mais on sait que la fraie de cette espèce survient lorsque la température de surface du lac atteint 20 °C aux heures les plus chaudes de la journée (GILLET, 1985). Cela correspond à une température minimale de surface d'environ 15 °C dans le port de Rives. Les relevés quotidiens de la température de l'eau permettent donc de déterminer une période probable de fraie. Les premières éclosions surviennent ensuite environ 8 jours après le début de la fraie.

L'examen des événements climatiques et thermiques qui ont eu lieu durant les mois de mai et juin pour les années 1975 à 1983 (fig. 2) permet d'effectuer les observations suivantes :

- en 1979 et 1980, une période de temps froid, pluvieux et venté survient en juin. Elle provoque une diminution importante de la température de surface du lac. Ces événements, survenus après une période plus chaude, pourraient expliquer l'absence de gardons nés ces années-là.
- En 1981, des périodes de vent du nord sont observées à un moment que l'on peut estimer comme proche de la fin de la fraie. De plus, la température du lac reste faible tout au long de l'été : la somme des degrés-jours calculée pour des températures supérieures à 18 °C n'est que de 74 en 1981 alors qu'elle est de 180 en 1982.
- En 1982, aucune période de mauvais temps, aucun refroidissement de l'eau ne sont observés après la période de fraie ; il en est de même en 1977 et 1978. Les gardons nés ces trois années sont bien représentés dans le milieu.
- En 1975 et 1976, l'absence de données sur la période de reproduction rend l'examen des événements climatiques plus hasardeux. En 1976, la reproduction du gardon a pu avoir lieu après la période de refroidissement de l'eau observée début juin. On peut aussi estimer que le refroidissement de faible ampleur observé en juin 1975 n'a pas eu de fortes conséquences.

TEMPERATURE °C

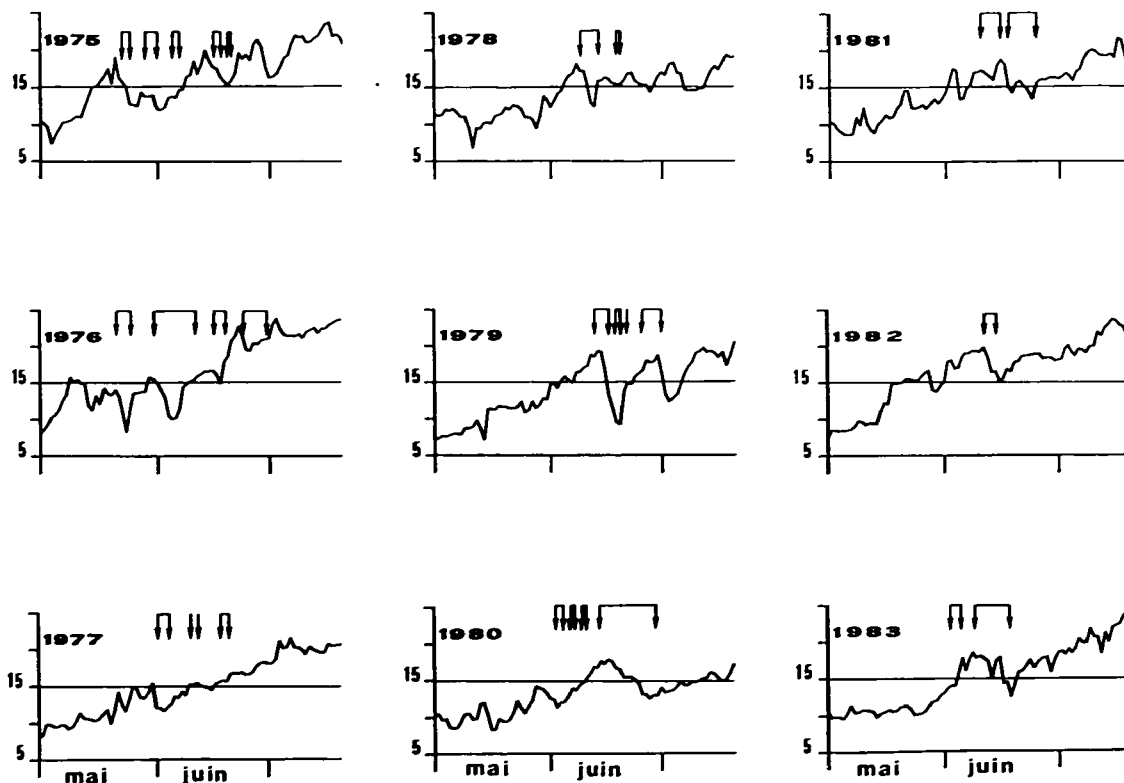


Figure 2 : Températures minimales de surface de l'eau du port de Rives, Les flèches indiquent une période de mauvais temps :

- soit vent du nord (bise)
- soit vent d'ouest avec précipitations et diminution de la température de l'air.

Figure 2 : Minimal temperatures of water at the port of Thonon-les-Bains. The arrows show a bad weather period.

- North wind
- West wind with rain and decrease of air temperature.

3.4. - Sex-ratio

Les nombres de mâles et de femelles de la cohorte 1982 capturés à l'aide du chalut pélagique durant l'hiver 1984-85 sont sensiblement identiques (44 % de femelles pour 56 % de mâles). Par contre, les femelles représentent au moins 80 % des individus plus âgés dans chaque échantillon.

3.5. - Analyse de la croissance

Etude comparative entre les cohortes

La droite de régression de la longueur du poisson en fonction du rayon de son écaille a été établie pour 150 individus appartenant à toutes les cohortes. L'équation de cette droite est de la forme :

$$\text{Longueur totale} = 46.255 + 2.249 \times (\text{Rayon de l'écaille})$$

$$(r^2 = 0.946)$$

avec longueur totale en mm

Rayon de l'écaille en unité d'observation.

La valeur de l'ordonnée à l'origine obtenue, 46.255 mm (écart-type : 3.882) est élevée. Ceci provient du fait que seuls des poissons de plus de 120 mm de longueur totale ont été capturés et utilisés pour l'analyse. Nous avons donc préféré utiliser la valeur de la longueur à laquelle apparaissent les premières écailles chez le gardon soit : $L_0 = 25$ mm.

COHORTE	N	TAILLE en mm à L'AGE de (ans)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1976	49	83	125	168	206	237	261	276	285
1977	67	85	129	172	208	240	264	275	
1978	10	89	131	176	208	243	265		
1982	81	77	134						
TOTAL	207								
LONGUEUR MOY.		82	130	171	207	239	263	275	(285)
ACCROISSEMENT STANDARD		82	48	41	36	32	24	12	(10)

Tableau 2 : Croissance en longueur des différentes cohortes excepté celle de 1975. Détermination des valeurs de la croissance standard.

N : nombre d'observations.

Table 2 : Length growth of each year-class without 1975 year-class. Calculation of the standard growth.

N : number of age-analysed fishes.

La longueur totale moyenne à chaque âge a été déterminée pour chacune des cohortes excepté pour celle de 1975 qui ne comporte que cinq individus observés (tableau 2). La taille moyenne à un an, toutes cohortes confondues, est de 82 mm. Cette valeur peut être surestimée du fait d'erreurs liées au principe même de la méthode des rétrocalculs. Néanmoins, des gardons de l'année (0+) capturés en décembre 1984 avaient une longueur totale moyenne de 76 mm. Cette observation confirme donc bien une croissance forte du gardon dans sa première année. La croissance de cette espèce dans le Léman approche en effet les plus fortes valeurs observées (fig 3).

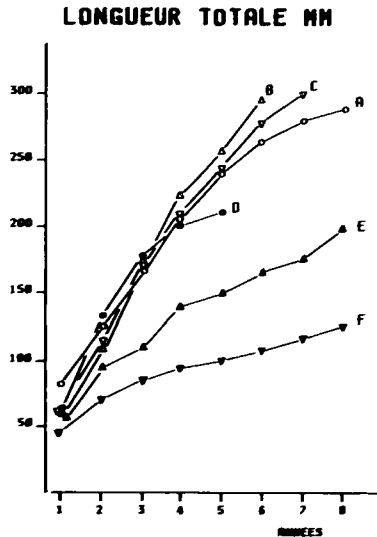


Figure 3 : Croissance du gardon dans différents milieux :

- A : Lac Léman (valeurs moyennes)
- B : Réservoir Seine (DEWAELE et GERDEAUX, 1985)
- C : Tatton Mere (GOLDSPINK, 1978)
- D : Retenue de Ste-Croix (CHAPPAZ, 1986)
- E : Lac de Créteil (GERDEAUX, 1986)
- F : Grey Mist Mere (LINDFIELD, 1979)

Figure 3 : Growth curves of roach in different lakes.

A partir de ces résultats, il est possible de comparer la croissance des individus appartenant à différentes cohortes. Les accroissements en longueur déterminés pour les différentes cohortes ont été exprimés en pourcentage de la croissance standard correspondante selon la méthode de KEMPE et selon celle proposée par GERDEAUX (tableau 3). Les croissances relatives pour chaque année civile ont été calculées à partir des données obtenues à l'aide de ces deux méthodes (tableau 4).

COHORTE		ANNEE DE CROISSANCE						
		1	2	3	4	5	6	7
1976	A	101	88	105	105	97	100	125
	B	112	69	100	105	95	114	119
1977	A	104	92	105	100	100	100	92
	B	131	75	100	102	101	96	88
1978	A	109	88	107	89	109	92	
	B	154	73	112	68	129	66	
1982	A	94	119					
	B	62	144					

Tableau 3 : Accroissements relatifs déterminés par les méthodes de :

A : KEMPE

B : GERDEAUX

Ces données excluent la cohorte 1975.

Elles sont exprimées en pourcentage de la croissance standard.

Table 3 : Annual length increment calculated with each method :

A : KEMPE

B : GERDEAUX

without 1975 year-class, in percentage of the standard annual growth.

		ANNEES CIVILES							
		76	77	78	79	80	81	82	83
Croissance relative 1 ^{ère} année comprise	A	(101)	96	102	100	102	96	107	101
	B	(112)	100	110	93	103	94	102	99
Croissance relative 1 ^{ère} année exclue	A	/	(88)	99	99	102	96	111	101
	B	/	(69)	88	93	103	94	115	99

Tableau 4 : Croissance relative pour chaque année civile déterminée à partir des données obtenues par les méthodes de :

A : KEMPE

B : GERDEAUX

Table 4 : Relative growth of roach expressed as relative growth for the calendar year.

La croissance la première année s'effectue moins bien pour la cohorte 1982 comparativement aux autres cohortes. L'inverse est observé pour la 2^e année de croissance. On observe aussi que, si on exclut la croissance relative observée la 1^{ère} année, 1982 est caractérisée par une croissance relative importante alors que 1981 est une moins bonne année de croissance.

Dans le but de préciser quels facteurs influencent ces variations de croissance, les sommes des degrés-jours pour des températures supérieures à 15, 16, 18 et 20°C ont été calculées pour les mois de mai à octobre à partir des données journalières de la température minimale de surface présentées plus haut.

A partir des données obtenues par la méthode de GERDEAUX, le coefficient de corrélation de rang de Spearman (SIEGEL, 1956) a été calculé entre ces indices thermiques et, successivement, la croissance relative observée la première année pour chacune des cohortes, puis la croissance relative observée pour chacune des années civiles en ne prenant pas en compte la croissance observée la première année (tableau 5).

températures supérieures à		Croissance relative la première année (N=4)	Croissance relative par année civile sans la 1 ^{ère} année (N=6)
15 °C	mai	-1.000 *	0.665
	juin	-0.800	0.371
	juil	-0.800	0.257
	août	-0.800	0.600
	sept	-0.200	0.943 **
	oct	-0.800	0.696
	TOT.	-1.000 *	0.657
16 °C	mai	-0.775	0.665
	juin	-1.000 *	0.486
	juil	-0.800	0.257
	août	-0.800	0.667
	sept	-0.200	0.943 **
	oct	-0.738	0.812
	TOT.	-1.000 *	0.714
18 °C	juin	-0.800	0.319
	juil	-0.800	0.257
	août	-0.800	0.771
	sept	-0.400	0.486
	TOT.	-1.000 *	0.771
20 °C	juin	-0.258	/
	juil	-0.800	0.486
	août	-0.400	0.714
	sept	/	0.131
	TOT.	-0.800	0.771

Tableau 5 : Coefficients de corrélation de rang r de Spearman entre la somme des degrés-jours pour des températures supérieures à 15, 16, 18 et 20°C pour les mois d'été et :

1°) la croissance relative la première année,

2°) la croissance relative par année civile,

la croissance de la première année étant exclue.

Ces croissances relatives sont celles déterminées à partir des données obtenues par la méthode proposée par GERDEAUX.

* : Coefficient significativement différent de 0 ($\alpha = 0.05$)

** : Coefficient significativement différent de 0 ($\alpha = 0.01$)

Table 5 : Spearman's rank correlation between the sum of degree-days over 15, 16, 18 and 20°C in summer months and :

1°) Relative growth in the first year of life

2°) Relative growth, without the first year

(relative growth determined by the Gerdeaux's method)

* : Coefficient greater than 0, level of significance 0,05

** : Coefficient greater than 0, level of significance 0,01

La croissance relative par année civile à partir de la deuxième année apparaît liée à la somme des degrés-jours pour des températures supérieures à 15 et 16 °C au mois de septembre. On remarquera aussi la corrélation négative entre la taille des gardons à un an et la somme des degrés-jours pour des températures supérieures à 15, 16 °C durant tout l'été.

4. DISCUSSION

La détermination de l'âge des gardons, à partir de l'interprétation des zones de forte croissance et des zones d'arrêt de croissance observées sur leurs écailles, a fait l'objet de nombreux travaux (CRAGG-HINE et JONES, 1969; GOLDSPINK, 1978; HELLAWELL, 1972; LINDFIELD, 1974 et 1979; MANN, 1973 entre autres). De nombreuses critiques ont été formulées, portant surtout sur la détermination de la première zone d'arrêt de croissance et sur la détection des faux annuli (LINDFIELD, 1974, en particulier). Ces derniers, souvent nombreux sur les écailles de gardons, posent un problème que seules l'expérience de l'observateur et la connaissance de la population étudiée permettent de détecter.

Dans le cadre de cette étude, 88 % des écailles ont pu faire l'objet de lectures. Celles-ci ont été faites avec d'autant plus de précision que la croissance des gardons dans le lac Léman est forte : les annuli sont bien marqués et bien séparés les uns des autres.

Le principal résultat concernant l'étude de la structure en âge des gardons étudiés est l'absence des cohortes correspondant aux individus nés en 1979, 1980 et 1981. Cette observation peut difficilement être interprétée comme un biais lié à l'échantillonnage. En effet, les poissons proviennent de l'utilisation d'une large gamme d'engins de capture : depuis des chaluts pélagiques possédant une poche terminale à mailles de 5 mm jusqu'aux filets maillants de toutes sortes (mailles de 20 mm à 55 mm).

La faible représentation, voire même l'absence de certaines cohortes chez les populations de gardons ont été signalées par de nombreux auteurs (GOLDSPINK, 1978; HELLAWELL, 1972; KEMPE, 1962; LINDFIELD, 1979). L'hypothèse de l'influence de facteurs climatiques sur la survie et la force d'une cohorte a souvent été avancée par ces mêmes auteurs mais sans démonstration véritable. GOLDSPINK (1978), HELLAWELL (1972), MANN (1973) et MATHEWS (1971) entre autres, estiment que la survie et la force d'une classe d'âge de gardon sont liées aux conditions climatiques observées durant l'été. Leurs travaux ont en effet été effectués dans des milieux peu profonds où les variations brutales de la température de l'eau ne sont pas aussi importantes que dans un lac en cours de stratification. Dans ce dernier, l'eau froide peut provenir des profondeurs lors d'un brassage provoqué par le vent. Dans le cas du Léman, nous pensons, après GILLET (1985), que la période la plus importante pour le succès ou non d'un recrutement se situe durant les quelques jours qui suivent la fraie. C'est à ce moment que les facteurs climatiques par leurs effets mécaniques, le vent provoquant des vagues, ou thermiques, diminution forte, brutale et prolongée de la température, peuvent agir sur le recrutement en provoquant une forte mortalité des larves.

Remarquons que l'échantillonnage des gardons n'ayant eu lieu que durant 18 mois environ, il n'est pas possible d'estimer la force des classes d'âge en présence. Ce travail se limite donc à un raisonnement en termes de tout ou rien.

Le sex-ratio fortement en faveur des femelles constitue le second point important concernant la biologie des gardons dans le lac Léman. Un tel rapport déséquilibré n'est pas surprenant. Une mortalité sélective liée au sexe chez les gardons a déjà été mise en évidence dans d'autres milieux (HELLAWELL, 1972). Elle pourrait en particulier survenir durant la période de reproduction. Les mâles restent plus longtemps sur les zones de fraie, ils multiplient ainsi les risques de se blesser sur les nombreux obstacles présents. Déjà affaiblis par la période de reproduction, leur système immunitaire ayant peut-être subi des altérations, ces nombreuses blessures pourraient entraîner une mortalité importante.

Des réserves doivent être formulées quant à la validité de la méthode employée pour déterminer la croissance des individus de chacune des cohortes. En particulier, la valeur de l'ordonnée à l'origine de la droite de régression entre la longueur du poisson et le rayon de son écaille traduit le fait qu'une relation de type linéaire n'est peut-être pas la meilleure : celle-ci ne repose en fait sur aucune réalité biologique. De plus, de façon plus générale, la reprise de croissance des écailles n'est pas forcément synchrone avec celle du poisson (De BONT et Van COILLIE, 1966). Enfin, des poissons de différentes tailles ne recommencent pas obligatoirement leur croissance tous en même temps. Ces calculs sont de plus entachés d'un certain nombre d'imprécisions : longueur totale du poisson, mesures effectuées sur les écailles. Ces erreurs peuvent aussi conduire à des erreurs ultérieures non négligeables.

Un biais supplémentaire, quant à la connaissance de la croissance des individus des différentes cohortes, provient du fait que toutes les écailles ne peuvent pas faire l'objet d'une lecture. En ne conservant que les écailles les plus lisibles, seule peut être déterminée la croissance des individus chez lesquels celle-ci s'est bien déroulée. Les valeurs ainsi obtenues expliquent la croissance d'un certain pourcentage des individus de la population et non pas de l'ensemble. Rappelons qu'en raison

de cette forte croissance, la lecture des écailles est grandement facilitée. Il est en particulier aisé de localiser le premier annuli. Les faux annuli traduisant une période de stress sont rares. La stratification thermique estivale d'un grand lac permet en effet aux poissons de trouver facilement une profondeur correspondant à leur optimum thermique.

Donc, si les valeurs absolues des longueurs des poissons doivent être prises avec précautions, on peut considérer que les erreurs commises sont toujours du même ordre de grandeur. Les comparaisons des croissances observées pour différentes cohortes gardent donc tout leur sens.

La comparaison des résultats obtenus par la méthode de KEMPE et celle proposée par GERDEAUX confirme les observations de GERDEAUX (1986). Si les résultats obtenus reflètent les mêmes tendances quelle que soit la méthode employée, celle utilisant les rangs possède un pouvoir discriminant plus important. Ce sont donc les fluctuations relatives déterminées à l'aide de cette dernière qui ont été analysées.

De nombreux auteurs ont noté des fluctuations de la croissance suivant les années, mais peu d'entre eux ont apporté d'éléments quant aux facteurs responsables. BURROUGH et KENNEDY (1979) présentent un exemple de croissance dépendant de la densité des individus présents. CRAGG-HINE et JONES (1969) supposent une influence des facteurs climatiques et en particulier de la température de l'eau. GOLDSPINK (1978) et surtout KEMPE (1972) tentent de mettre en évidence l'importance de ce facteur.

Dans le lac Léman, des actions opposées de la température peuvent être observées d'une part sur la croissance des gardons durant leur première année et d'autre part à partir de leur seconde année. Ainsi, la variation du taux annuel d'accroissement à partir de la seconde année serait fonction du prolongement ou non de la période chaude en septembre. La température pourrait agir directement sur le métabolisme des animaux et/ou assurer une continuité dans l'abondance de la nourriture zooplanctonique. La corrélation négative entre la taille des gardons à un an et la somme des degrés-jours pour des températures supérieures à 15, 16 et 18°C durant tout l'été est en contradiction avec certaines observations de la littérature (BROUGHTON et JONES, 1978; KEMPE, 1972). L'éthologie des alevins de gardons dans le Léman pourrait expliquer cette observation. Leur comportement grégaire atteint en effet une ampleur très importante dans ce milieu. Une campagne d'échosondage effectuée en juillet 1985 a ainsi révélé un banc de gardons nés en juin de la même année dont les dimensions étaient de plusieurs mètres d'épaisseur et de plusieurs centaines de mètres de large. On peut émettre l'hypothèse que dans ces groupements les alevins trouvent des conditions de surdensité qui peuvent influencer directement leur croissance. Les problèmes de la croissance du gardon suivant la densité en individus sont connus dans des milieux de faible étendue, mais aucun travail jusqu'à présent n'a fait référence à un phénomène de surdensité lié à un facteur comportemental dans un vaste milieu. Cette hypothèse nécessiterait, pour être validée, un suivi sur plusieurs années de la croissance *in situ* des gardons durant leur première année.

REMERCIEMENT :

Ce travail a été réalisé avec l'aide de Mme G. CHAPUIS qui a monté les écailles de gardon.

5. RÉFÉRENCES CITÉES

- BOËT P., LE LOUARN H., 1985. La croissance du poisson. Techniques d'étude. In : Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles; D. Gerdeaux, R. Billard (Eds.), INRA, Paris, p. 125-142.
- BURROUGH R. J., KENNEDY C. R., 1979. The occurrence and natural alleviation of sturting in a population of roach *Rutilus rutilus* (L.). *J. Fish Biol.*, 15 (1), 93-109.
- CHAPPAZ R., 1986. Etude piscicole de la retenue de Sainte-Croix-Fontaine l'Evêque. Thèse 3^e Cycle. Université de Provence, 180 p.
- CRAGG-HINE D., JONES J.W., 1969. The growth of Dace *Leuciscus leuciscus* (L.), Roach *Rutilus rutilus* (L.) and Chub *Squalius cephalus* (L.) in Willow Brook, Northamptonshire. *J. Fish Biol.*, 1, 59-82.
- De BONT A. F., VAN COILLIE R., 1966. Scalimétrie à l'aide de Tétracyclines. *Verh. Internat. Ver. theor. angew. Limnol.*, 16 (2), 1130-1134.
- DEWAELE Ph., GERDEAUX D., 1985. Etude du peuplement piscicole du réservoir Seine (Lac de la forêt d'Orient). Rapport Institut de Limnologie I.L. 20/85, 47 p.
- GERDEAUX D., 1986. Ecologie du gardon (*Rutilus rutilus* (L.)) et du Sandre (*Lucioperca lucioperca* L.) dans le lac de Créteil de 1977 à 1982. Etude de la ligulose du gardon. Thèse Sci. Nat., Univ. Paris VI, Paris, 151 p.
- GILLET C., 1985. La reproduction des poissons du Léman. Rapport ATP-INRA, p. 20-40.
- GOLDSPINK C.R., 1978. Comparative observations on the growth rate and year class strengths of roach *Rutilus rutilus* (L.) in two Cheshire lakes, England. *J. Fish Biol.*, 12 (5), 421-433.

- HELLAWELL J. M., 1972. The growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.) of the River Lugg, Herefordshire. *J. Fish Biol.*, 4 (4), 469-486.
- KEMPE O., 1962. The growth of roach in some Swedish lakes. *Inst. Freshwat. Res. Drott. Rep.*, 44, 42-104.
- LINDFIELD R. S. J., 1974. The errors likely in ageing roach *Rutilus rutilus* (L.) with special reference to the stunted populations *In* : Proc. Internat. Symposium on "The ageing of fish"; T. B. Bagenal (Ed.). Old Woking, Unwin Brothers, PP. 167-172.
- LINDFIELD R.S. J., 1979. Age determination and year class structure in a stunted roach *Rutilus rutilus* population. *J. Fish Biol.*, 14 (1), 73-87.
- MANN R.H. K., 1973. Observations on the age growth reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in two rivers in southern England. *J. Fish Biol.*, 5 (6), 707-736.
- MATHEWS C.P., 1971. Contribution of young fish to total production of fish in River Thames near Reading. *J. Fish Biol.*, 3 (2), 157-180.
- PONTON D., 1986. Croissance et alimentation de deux poissons planctonophages du lac Léman : le Corégone (*Corégonus schinzi palea*) et le gardon (*Rutilus rutilus*). Thèse 3^e Cycle. Université Lyon I, 158 p.
- SIEGEL S., 1956. Non parametric statistics for the behavioral sciences. Internat. student edition, Macgraw-Hill, Kogakusha, Tokyo, 312 p.
- TESCH F.W. 1968. Age and growth. *In* : Methods for assessment of fish production in freshwaters ; W.E. Ricker (Ed.), IBP Hanbook N° 3, Blackwell Oxford, pp. 93-123.