

# RESISTANCE DU GARDON (*Rutilus rutilus* L.) A DES VARIATIONS BRUSQUES DE TEMPERATURE

**B. BARBIER et M. PASCAL**

C. T. G. R. E. F.

Division Qualité des Eaux, Pêche & Pisciculture  
14, avenue de Saint-Mandé **75012 PARIS**

Laboratoire d'Hydrobiologie  
Centrale Thermique E. D. F.

B. P. n° 23  
**77130 MONTEREAU**

---

## RESUME

Par des tests de résistance thermique, les auteurs ont étudié les possibilités de survie du gardon (*Rutilus rutilus* L.) soumis pendant 48 heures à des élévations brusques de température.

La température létale augmente avec la température à laquelle les gardons ont été acclimatés.

La limite supérieure théorique de l'acclimatation se situe à 36,2 °C : elle correspond à 50 % de mortalité. Un graphique permet d'évaluer, en fonction de la température de la rivière, les accroissements de température qui provoquent en 48 heures, 10, 50 et 90 % de mortalité dans les populations de gardons.

## INTRODUCTION

En 1967, l'E.D.F. créait le Laboratoire d'Hydrobiologie de MONTEREAU afin d'y permettre l'étude des effets des rejets d'eaux réchauffées sur la vie aquatique. Le présent travail, réalisé dans ce laboratoire, complète ceux publiés précédemment sur le Poisson-chat (CHARLON, 1968), la Truite Arc-en-ciel (CHARLON et al. 1970) et le Gammare (BARBIER et CHAMP 1974).

Il permet d'avoir une base de référence pour apprécier la tolérance des gardons à une brutale élévation de température, qui peut se produire lors de la mise en route d'une centrale ou lors du passage des poissons d'une veine d'eau froide à une veine chaude.

## 1. MATERIEL ET TECHNIQUES

### 1.1. Caractéristiques des sujets testés.

Les expériences ont été conduites avec des Gardons (*Rutilus rutilus* L.) fournis par la Pisciculture de l'Orvanne spécialisée dans la production de poissons de repeuplement. A leur arrivée au laboratoire, ils étaient porteurs de crustacés parasites (*Argulus foliaceus*).

Des traitements chimiques essayés sur quelques sujets s'avérant inefficaces, les argules ont été extraits de chaque poisson au moyen d'une pince d'entomologie. Les individus très atteints furent éliminés, de même que les rotengles et les hybrides reconnus, mêlés aux gardons.

Au total, 1 800 gardons ont servi aux essais.

Poids moyen (déterminé sur 150 sujets) : 5 g.

Taille moyenne approximative (longueur totale) : 8,5 cm.

### 1.2. Caractéristiques de l'eau.

L'alimentation en eau des aquariums de stockage et d'expérience est assurée par la source de la Fontaine-de-Nanfroy captée à proximité du laboratoire. Son eau, claire, fraîche, bien aérée, assez fortement minéralisée et exempte de pollution, convient parfaitement à la vie du poisson.

Ses caractéristiques essentielles (1) sont les suivantes :

pH .....	7,2
Conductivité à 20 °C .....	530 mho 10 <sup>-6</sup>
Oxygène dissous .....	9,2 mg/l
Oxydabilité à froid en 4 heures (milieu acide) .....	0,7 mg/l
Matières en suspension totales .....	22 mg/l
Matières en solution totales (extrait sec) .....	401 mg/l
Calcium en Ca .....	122 mg/l
Alcalinité totale en HCO <sub>3</sub> .....	300 mg/l
Magnésium en Mg .....	4,8 mg/l

### 1.3. Première phase de l'expérimentation : la stabulation.

Après leur arrivée au laboratoire, les poissons sont débarrassés de leurs parasites, plongés dans un bain de formol désinfectant à 1/4 000 et stockés dans 4 aquariums en altuglass, de 400 litres chacun. L'eau est constamment renouvelée à raison d'un débit de 12 l/mn.

Un tri permet d'éliminer les sujets s'écartant des limites choisies : longueur totale comprise entre 7,5 et 11 cm et poids compris entre 4 et 10 g.

La stabulation dure un mois. La teneur en oxygène dissous reste voisine de 90 % de la saturation. Les gardons sont nourris deux fois par jour, matin et soir, avec des granulés pour truitelles arc-en-ciel. Les résidus de nourriture et les déjections sont rapidement éliminés par siphonage.

---

(1) Analyse effectuée par le laboratoire de Chimie de la Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture du CTGREF : 14, avenue de Saint-Mandé, 75012 PARIS.

#### 1.4. Deuxième phase de l'expérimentation : l'acclimatation.

L'acclimatation est réalisée dans 3 aquariums en altuglass calorifugés : 2 de 400 litres contenant chacun 1 000 poissons et 1 de 200 litres contenant 400 poissons. Chaque aquarium est équipé d'une armoire électrique de régulation thermique dotée d'une cuve de réchauffement de 40 litres fournissant en continu l'eau à la température désirée à  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Les mouvements des poissons dans les aquariums suffisent à homogénéiser la température qui reste très stable.

La vitesse d'acclimatation généralement adoptée dans ce domaine est de  $1^\circ\text{C}$  par jour (ALABASTER 1962, BLACK 1952, BRETT 1960, COCKING 1959, FRY et al. 1942, HART 1947, CHARLON 1968, CHARLON et al. 1970). Nous avons retenu ici un rythme d'acclimatation de  $1^\circ\text{C}$  pour 48 heures, avec maintien des poissons 48 heures à la température finale d'acclimatation.

Au cours de l'acclimatation et à partir de  $20^\circ\text{C}$ , probablement en raison des piqûres laissées par les argules, des foyers d'infection commençaient à se développer à la surface du corps de nombreux poissons provoquant notamment des lépidorthoses. Un traitement énergique a été mis en œuvre : entre  $20$  et  $24^\circ\text{C}$ , et ceci pendant huit jours consécutifs, les poissons ont été traités au formol à  $1/4\ 000$  pendant 20 minutes.

Les poissons non atteints ont tiré le meilleur parti de ce traitement. Par contre, les individus fortement atteints ont présenté des troubles de comportement (nage sur le flanc ou sur le dos) et n'ont pas survécu au traitement.

Les expériences programmées aux températures d'acclimatation de  $21$  à  $28^\circ\text{C}$  ont été cependant réalisées, mais, en raison des traitements, les températures létales moyennes obtenues semblent légèrement inférieures aux valeurs attendues et ne figurent pas sur les graphiques.

Tout au long de l'acclimatation, les sujets ont été nourris 2 fois par jour avec des granulés pour truitelles arc-en-ciel, 3<sup>e</sup> âge. Jusqu'à  $32^\circ\text{C}$ , l'appétit des sujets est allé en croissant. Au-delà de cette température, les poissons s'alimentent peu, bien que la nourriture leur soit toujours distribuée en excès.

A partir de  $24^\circ\text{C}$ , des aérateurs ont été placés dans les aquariums afin de maintenir un taux d'oxygène dissous suffisant (80 à 90 % de la saturation, environ). La teneur en oxygène dissous n'est jamais descendue en-dessous de  $5,9\ \text{mg/l}$  dans les bacs d'acclimatation.

#### 1.5. Troisième phase de l'expérimentation : les tests de résistance.

A chaque température d'acclimatation  $T_1$  retenue, 5, 6 ou 7 lots de 20 poissons sont prélevés et exposés à une gamme de 5, 6 ou 7 températures supérieures  $T_2$  judicieusement choisies.

La durée des tests thermiques varie suivant les auteurs : 100 et 1 000 minutes pour FRY et al. (1942), ALABASTER (1962) et BISHAI (1960), 12 heures pour BRETT (1951), 24 heures pour CHARLON (1968) et CHARLON et al. (1970). Dans le cas présent, afin de recueillir le maximum d'informations, nous avons prolongé les tests jusqu'à 48 heures en relevant les mortalités observées à 22 mn, 45 mn, 1 h 30 mn, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h et 48 h.

Lors des tests, les jeunes gardons sont nourris, la teneur en oxygène dissous dans l'eau est toujours maintenue supérieure à  $6\ \text{mg/l}$  grâce à des aérateurs de type Rena et la température est contrôlée en permanence.

Les poissons sont considérés comme morts lorsqu'ils ne présentent plus ni mouvements operculaires ni réponse à un stimulus mécanique, constitué par le contact de la caudale avec l'extrémité d'un agitateur.

## 2. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Les expériences ont porté sur 1 800 gardons. En fonction des températures d'acclimatation  $T_1$  comprises entre 11,4 °C et 35,5 °C, la résistance des échantillons a été étudiée aux températures  $T_2$  variant de 25,6 °C à 37,1 °C.

### 2.1. Résultats numériques.

Le tableau 1 donne les pourcentages de mortalité observés à 48 heures aux températures  $T_2$ , en fonction de la température d'acclimatation  $T_1$  ( $T_2 > T_1$ ) et le tableau 2 le détail des mortalités relevées au cours des tests à 22 mn 30, 45 mn, 1 h 30, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h et 48 h. A 4 exceptions près, les pourcentages de mortalité sont définis à partir de 20 sujets.

En raison des mortalités importantes obtenues dans les bacs d'acclimatation et consécutives aux traitements désinfectants, il n'a pas été possible de définir les mortalités propres à l'acclimatation seule.

### 2.2. Interprétation statistique des résultats.

Les résultats expérimentaux présentés dans les tableaux 1 et 2 ont été traités par la méthode des transformations de probits couramment employée en toxicologie (FINNEY, 1964) pour définir les doses létales moyennes (DL 50) ou l'intensité moyenne d'un traitement. En effet, l'examen direct des échantillons ne saurait suffire à l'obtention des limites entre lesquelles se situent les valeurs dans la population d'où sont issus les échantillons.

La transformation log-probit donne, pour chaque température  $T_1$ , l'équation de la relation entre la mortalité observée en un temps donné et la température testée  $T_2$ , permettant d'obtenir, par intrapolation ou extrapolation, les températures, avec leur intervalle de confiance, causant divers pourcentages donnés de mortalité pendant la durée considérée.

Le tableau 3 regroupe, pour chaque température d'acclimatation  $T_1$ , les températures létales moyennes  $T_2$  provoquant en 22 mn 30, 45 mn, 1 h 30, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h et 48 h la mort de 50 % des effectifs testés (TL 50 relatives aux différents temps considérés) et les limites des intervalles de confiance à 95 % de sécurité, lorsque les données l'ont permis.

En portant graphiquement les températures  $T_2$ , responsables en 48 heures, de 10, 50 et 90 % de mortalité, en fonction des températures d'acclimatation (fig. 1), nous pouvons calculer les 3 équations de régression de  $T_2$  en  $T_1$  correspondantes. Ces équations nous permettent, connaissant  $T_1$ , de prévoir les températures létales pour 10, 50 et 90 % des sujets.

Les équations, obtenues par la méthode des moindres carrés, sont respectivement :

$$T'_2 = 0,427 T_1 + 19,812 \text{ (température létale pour 10 \% des sujets).}$$

$$T_2 = 0,419 T_1 + 21,071 \text{ (température létale pour 50 \% des sujets).}$$

$$T''_2 = 0,411 T_1 + 22,361 \text{ (température létale pour 90 \% des sujets).}$$

$T_2$  croît moins vite que  $T_1$  en sorte que la marge de tolérance  $T_2 - T_1$  diminue progressivement et devient nulle lorsque  $T_1 = 36,2$  °C. A cette température, il n'est théoriquement plus possible d'acclimater les gardons sans provoquer au moins 50 % de mortalité en 48 heures. En pratique, l'acclimatation n'a pu être réalisée convenablement que jusqu'à 34 °C.



**TABLEAU 2** — Mortalités relevées chez les gardons (*Rutilus rutilus* L.) acclimatés aux températures T1 (°C), après différents temps d'exposition t aux températures T2 (°C).

T <sub>2</sub>	t	T <sub>1</sub> = 11,4								T <sub>2</sub>	N*	T <sub>1</sub> = 26,1							
		22 30'	+5'	1°20'	3°	6°	12°	20°	30°			22 30'	+5'	1°20'	3°	6°	12°	20°	30°
25,6	20								0	30,5	20	3	3	3	3	4	10	15	15
26,1	20								2	31,0	20	3	5	6	7	8	13	13	18
26,4	20								3	31,5	20	7	7	2	5	18	18	18	18
27,3	20								17	32,0	20	6	6	8	15	20	20	20	20
27,5	20								16	32,5	20	10	11	13	16	19	19	19	19
27,9	20								20	33,1	20	10	16	18	15	19	20	20	20
28,5	20								20	33,6	20	17	18	19	20	20	20	20	20
T <sub>1</sub> = 14,2										T <sub>1</sub> = 28,3									
26,0	21							6	8	31,0	20	1	2	5	5	6	9	10	10
26,6	20							8	12	31,4	20	0	1	7	7	2	16	15	15
27,0	20							7	13	31,7	20	2	3	3	5	10	13	17	17
27,5	20							16	17	32,0	20	1	1	1	6	17	18	18	18
27,9	20							19	19	32,4	20	0	2	4	13	20	20	20	20
28,5	20							20	20	33,1	19	4	6	12	15	17	17	18	18
29,0	20							20	20	33,5	20	3	6	18	20	20	20	20	20
T <sub>1</sub> = 16,0										T <sub>1</sub> = 29,6									
27,0	20	7	3	2	3	3	3	3	3	30,9	20	0	0	0	0	0	0	0	1
27,8	20	2	4	6	7	10	10	10	10	31,3	21	0	0	1	1	1	7	7	7
28,0	20	8	12	15	15	15	15	17	17	32,1	20	0	0	0	0	0	0	0	2
28,5	20	6	12	13	16	16	17	19	19	32,5	20	0	0	0	1	7	5	5	5
28,7	20	13	17	19	19	19	20	20	20	32,9	20	0	0	0	0	8	9	10	10
29,5	20	16	20	20	20	20	20	20	20	33,4	20	0	0	1	6	13	13	13	14
30,2	20	19	20	20	20	20	20	20	20	T <sub>1</sub> = 31									
T <sub>1</sub> = 17,8										T <sub>1</sub> = 31									
27,1	20	0	1	2	2	2	2	2	2	32,0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
27,6	20	0	1	1	1	1	1	1	1	32,4	20	0	0	0	1	1	1	1	1
28,0	20	2	3	4	4	4	4	4	4	33,5	20	1	1	1	1	7	7	3	3
28,5	20	0	2	3	6	7	7	10	15	34,2	20	0	0	1	2	7	11	11	12
28,9	20	3	5	8	14	15	15	16	17	34,6	20	1	2	5	8	10	14	15	15
29,5	20	12	17	19	20	20	20	20	20	35,1	20	0	2	16	19	20	20	20	20
29,9	20	10	18	20	20	20	20	20	20	T <sub>1</sub> = 32									
T <sub>1</sub> = 19,9										T <sub>1</sub> = 32									
28,0	20	0	0	0	0	0	0	0	1	33,5	20	0	0	0	0	1	7	7	7
28,5	20	0	0	1	2	2	2	3	4	34,0	20	0	0	0	0	0	0	0	2
29,0	21	7	7	2	2	2	2	4	7	34,7	20	0	0	0	0	3	3	4	8
29,5	20	7	2	3	3	5	7	9	12	35,0	20	0	0	7	5	9	9	10	15
30,0	20	2	5	8	12	12	13	16	17	T <sub>1</sub> = 33									
30,5	20	11	13	14	15	17	17	18	18	34,2	20								0
31,3	20	14	18	19	20	20	20	20	20	34,5	20								0
T <sub>1</sub> = 23,7										T <sub>1</sub> = 33									
29,5	20	1	7	3	3	3	3	5	5	35,0	20								5
30,0	20	2	2	3	3	3	9	12	13	35,7	19								14
30,5	20	2	2	2	3	5	17	17	17	35,9	20								18
31,0	20	2	3	3	5	11	20	20	20	T <sub>1</sub> = 34									
31,6	20	-10	11	13	16	17	19	20	20	35,0	20	0	0	1	2	2	3	8	8
32,0	20	5	7	11	15	17	19	19	19	35,6	20	7	2	7	5	5	8	9	13
32,3	20	16	18	15	19	20	20	20	20	36,1	20	0	1	5	15	13	16	17	17
T <sub>1</sub> = 25,7										T <sub>1</sub> = 34									
29,5	20									36,5	20	2	5	11	14	15	19	20	20
30,0	20									37,1	20	3	3	11	16	18	20	20	20
T <sub>1</sub> = 26,7										T <sub>1</sub> = 35,3									
29,5	20									35,5	20	0	1	7	3	8	9	10	11
30,0	20									36,0	20	0	7	7	4	5	10	15	17
30,5	14									36,5	14	0	2	5	5	6	8	9	13

\* N représente le nombre d'individus testés.

**TABEAU 3** — Températures létales moyennes (TL 50) du Gardon (*Rutilus rutilus* L.) à différents temps d'exposition aux températures élevées. (Les chiffres entre parenthèses indiquent les limites de l'intervalle de confiance à 95 % de sécurité).

Température d'acclimatation $T_1$ (°C)	TL 50							
	22 mn 30 s	45 mn	1 h 30 mn	3 h	6 h	12 h	24 h	48 h
11,4								26,9 (26,7 - 27,2)
14,2							26,9 (26,5 - 27,2)	26,4 (26 - 26,8)
16,0	28,5 (28,1 - 28,9)	28,1 (27,8 - 28,4)	28 (27,5 - 28,4)	27,9 (27,6 - 28,2)	27,9 (27,6 - 28,2)	27,8 (27,5 - 28,2)	27,8 (27,5 - 28,2)	27,7 (27,4 - 28,0)
17,8	29,7 (29,1 - 30,3)	28,7 (28,1 - 29,3)	28,5 (27,9 - 29,1)	28,4 (28,1 - 28,7)	28,4 (28,2 - 28,7)	28,4 (28,2 - 28,7)	28,4 (28,2 - 28,6)	28,2 (25,7 - 29,9)
19,9	30,2 (29,9 - 30,6)	30,2 (29,8 - 30,5)	29,8 (29,4 - 30,4)	29,6 (28,8 - 32,6)	29,6 (29,3 - 30)	29,5 (29,2 - 29,9)	29,5 (28,6 - 29,8)	29,3 (28 - 29,6)
23,7	32,1 (30,9 - 33,4)	31,2 (30,8 - 31,8)	31,1 (28,6 - 33,9)	30,8 (29,4 - 32,4)	30,7 (30,3 - 31,1)	30,6 (29,2 - 32,2)	29,9 (29,7 - 30,1)	29,8 (29,5 - 30,2)
26,1			31,9 (31,5 - 32,3)	31,6 (31,2 - 31,9)	31,1 (28,6 - 33,9)		29,8 (28,4 - 31,3)	29,8 (28,4 - 31,3)
28,2			32,8 (32,0 - 33,6)	32,1 (31 - 33,2)	31,6 (30,8 - 32,5)	31,1 (29,9 - 32,4)	30,4 (29,2 - 31,7)	30,4 (29,2 - 31,7)
29,6						33,1 (32,5 - 33,6)	33,1 (32,5 - 33,6)	33,0 (32,4 - 33,6)
31,0				34,5 (34,2 - 34,8)	34,4 (34,1 - 34,6)	34,2 (34,0 - 34,4)		33,9 (33,5 - 34,2)
32,0								34,7 (34,5 - 35,1)
33,0								35,5 (35,1 - 35,8)
34,0		37,4 (36,2 - 38,7)	36,7 (36,0 - 37,5)	36,2 (35,7 - 36,6)	36,0 (35,6 - 36,3)	35,6 (35,4 - 35,9)	35,4 (34,7 - 36,0)	35,3 (34,6 - 35,9)

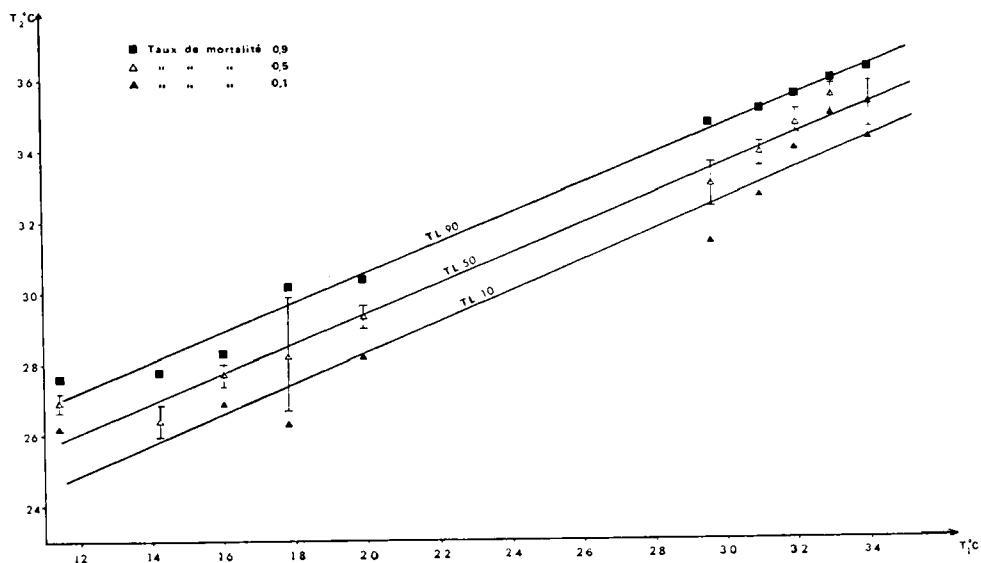


Fig. 1 — Relation entre la température d'acclimation  $T_1$  et la température  $T_2$  létale pour divers pourcentages de la population de gardons (durée d'exposition 48 h.)

### 2.3. Evolution de la TL 50 en fonction du temps.

La figure II (échelle semi-log.) exprime l'évolution dans le temps de la température létale moyenne (TL 50) des gardons acclimatés à 34 °C. Théoriquement, cette TL 50 devrait tendre vers une limite lorsque la durée d'exposition

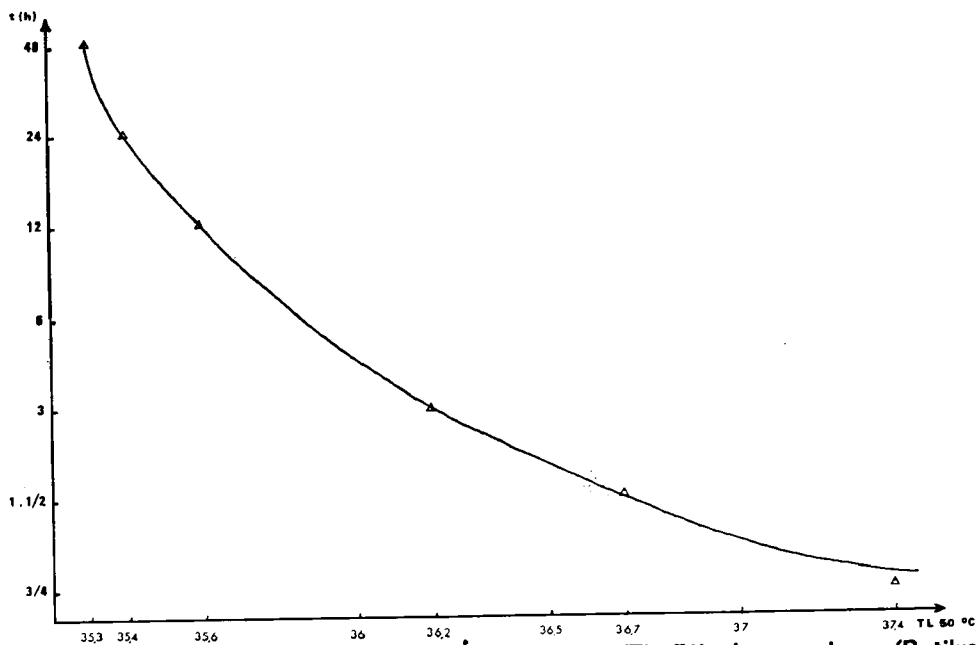


Fig. II — Evolution de la température moyenne (TL 50) des gardons (*Rutilus rutilus*) acclimatés à 34 °C, en fonction du temps  $t$  d'exposition (échelle semi-log.).



devient très grande, mais la variabilité des résultats obtenus pour les différentes températures d'acclimatation ne permet pas l'établissement des équations des courbes correspondantes.

L'analyse des résultats montre toutefois que les TL 50 du gardon varient peu (0 à 0,5 °C suivant les températures d'acclimatation) lorsque la durée d'exposition passe de 24 à 48 heures.

### 3. DISCUSSION

#### 3.1. Méthode adoptée.

La méthode adoptée ici isole artificiellement le facteur thermique, faisant abstraction des interactions des multiples facteurs biotiques et abiotiques du milieu, ainsi que des fluctuations nycthémérales et saisonnières. Elle constitue une investigation à court terme.

Si les effets sublétaux et indirects de la température sur les organismes et leur physiologie, notamment sur les processus de nutrition et de reproduction, échappent ainsi à l'investigation, ils n'en sont pas moins importants.

BRUNGS (1971), par exemple, remarque chez le Fathead minnow (*Pimephales promelas Rafinesque*) une baisse considérable de la fécondité des femelles soumises de façon chronique à des températures élevées, inférieures aux températures létales. Ainsi la production moyenne d'œufs chez les femelles, par rapport aux lots témoins placés à 23,5 °C, baisse de 29 % à 26 °C, 64 % à 28 °C, 96 % à 30 °C et au-delà, alors que les mortalités n'apparaissent qu'à 32 °C.

#### 3.2. Résultats obtenus.

Les résultats obtenus sont très voisins de ceux des auteurs qui ont étudié les températures létales du gardon (ALABASTER 1962, HOROSZEWICZ 1971). Les valeurs des TL 50 - 16 h 30 données par ALABASTER sont sensiblement analogues à celles de nos TL 50 - 48 heures. Les courbes ainsi obtenues, en fonction des températures d'acclimatation, sont donc presque confondues (fig. 3). Compte tenu de la différence existant entre les temps d'exposition, 16 h 30 d'une part et 48 h de l'autre, les gardons utilisés par ALABASTER apparaissent un peu plus sensibles que ceux que nous avons testés.

#### 3.3. Application au réchauffement artificiel du milieu.

La figure 4 donne une représentation graphique commode de l'effet léthal sur le gardon du réchauffement de l'eau d'une rivière.

La température  $T_1$  de la rivière figure en abscisse et l'accroissement de température ( $T_2 - T_1$ ) en ordonnée. Les droites d'équation :

$$y_1 = - 0,590 x + 22,385$$

$$y_2 = - 0,584 x + 21,162$$

$$y_3 = - 0,574 x + 19,837$$

déterminent respectivement les taux de mortalité 0,90, 0,50 et 0,10 du gardon en 48 heures, en fonction du réchauffement de l'eau de la rivière.

Pour un accroissement de 8 °C, correspondant sensiblement à l'augmentation de température de l'eau à la sortie des condenseurs d'une Centrale Thermique, la parallèle à l'axe des x coupe les droites  $y_3$ ,  $y_2$  et  $y_1$  aux abscisses 20,7 °C, 22,6 °C et 24,3 °C. Ce sont les températures de la rivière pour lesquelles un

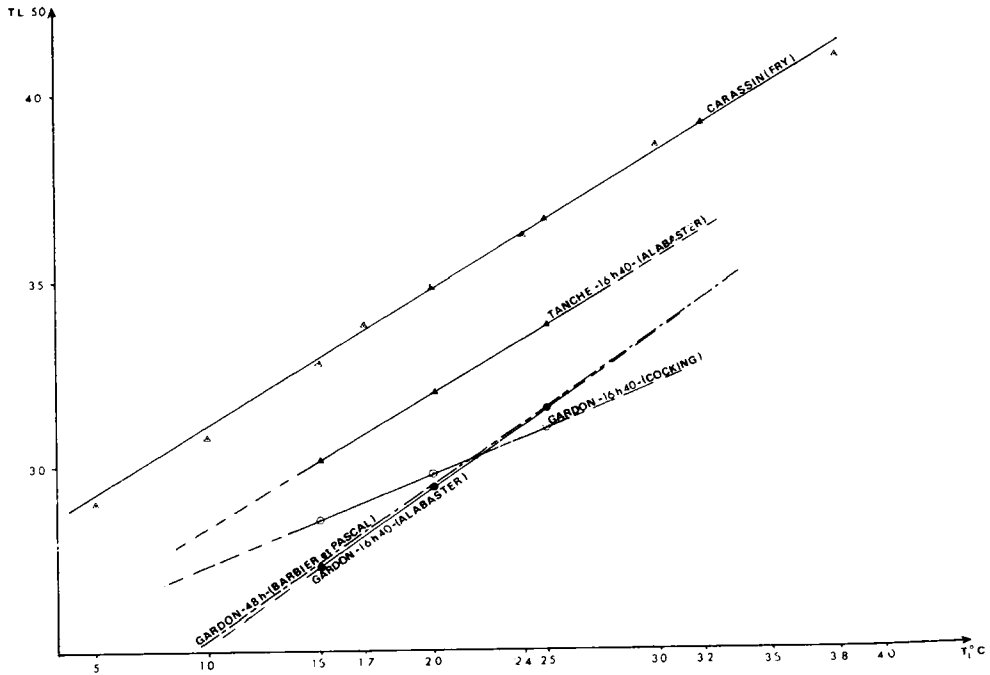


Fig. III — Relation entre la température d'acclimation  $T_1$  et les températures létales moyennes (TL 50) pour quelques cyprinidés.

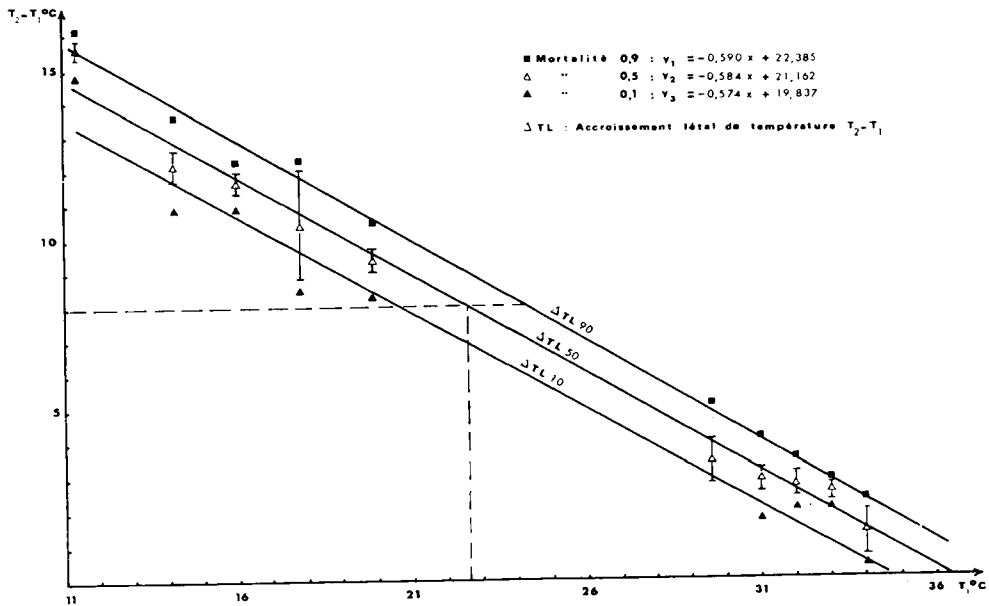


Fig. IV — Accroissement de température  $T_2 - T_1$  °C entraînant en 48 h, 10, 50 et 90 % de mortalité dans une population de gardons (*Rutilus rutilus*) acclimatée à  $T_1$  °C et exposée à  $T_2$  °C.

réchauffement de 8 °C est susceptible de causer, en 48 heures, dix, cinquante et quatre vingt dix pour cent de mortalité chez le gardon.

Ces valeurs sont des limites extrêmes, à court terme, et les exigences thermiques des poissons varient en fonction non seulement de la saison mais aussi de l'espèce et de son stade de développement (BRETT, 1960). Ainsi une augmentation de 5 à 6 °C est néfaste aux embryons de brochets tandis que la plupart des autres cyprinidés peuvent tolérer, dans certaines conditions, des augmentations de 8 à 10 °C au cours des stades embryonnaires (EIFAC, 1968).

Comme le soulignent les travaux de BRUNGS (1971) sur le Fathead minnow, les poissons sont beaucoup plus sensibles aux élévations de température lors de leur maturation sexuelle et de leur reproduction qu'au cours des stades d'incubation et de croissance.

#### 4. CONCLUSION

Les résultats, analysés par la méthode des probits, aboutissent à la définition des gammes de températures provoquant, chez le gardon, après 48 heures d'exposition, des mortalités variant de 10 à 90 % pour une température d'acclimatation donnée. Ainsi les TL 10 - 48 heures sont inférieures de 1,0 à 1,2 °C aux TL 50 - 48 heures. Or, HOROSZEWICZ (1973) observe, chez le gardon, des températures de perturbation, de 2 à 3 °C inférieures aux températures létales moyennes, complétant ainsi la définition de la limite inférieure des effets thermiques à court terme par l'observation d'un effet sublétal. Cette notion de « température de perturbation » (EIFAC 1968) correspond à la température à laquelle les poissons commencent à manifester une activité accrue ou à modifier leur comportement. Elle constitue en fait le seuil à partir duquel les poissons présentent de véritables troubles physiologiques.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALABASTER J. S., 1962. The effect of heated effluents on fish. Int. Conf. Wat. Poll. Res. Pergamon Press Ltd., Oxford, 1-28.
- ALABASTER J. S., DOWNING A. L., 1958. The behavior of roach (*Rutilus rutilus* L.) in temperature gradients in a large outdoor tank. Proc. Indopacific Fish Coun., 3, 49-71.
- ALABASTER J. S., WELCOMME R. L., 1962. Effect of concentration of dissolved oxygen on survival of trout and roach in lethal temperature. Nature 194, 4 823, 107.
- BARBIER B., CHAMP P., 1974. Résistance des gammars de la Seine aux élévations de température. Bull. Fr. Pisc., 255, 67-71.
- BISHAI H. M., 1960. Upper lethal temperatures for larval salmonids. J. Cons. Int. Explor., mer. 25, 129-133.
- BLACK Z. C., 1952. Upper lethal temperatures of some British Columbia freshwater fishes. J. Fish. Res. Bd Can., 10, 4, 196-210.
- BRETT J. R., 1951. Temperature tolerance of young Pacific Salmon genus *Onchorhynchus*. J. Fish. Res. Bd Can., 2, 265-323.

- BRETT J. R., 1960. Thermal requirements of fish. Three decades of study, 1940-1970. In TARZWELL C. M., Biological problems in water pollution. Trans. 2nd Seminar (1959), 1 Vol. 110-117, R. A. Taft Sanitary Engineering Center, Tech. Rep. W 60-3, Cincinnati.
- BRUNGS W. A., 1971. Chronic effects of constant elevated temperature on the fathead minnow (*Pimephales promelas Rafinesque*) Trans. Am. Fish. Soc., 100 (4), 659-664.
- CHARLON N., 1968. Résistance du Poisson-Chat (*Ameiurus nebulosus L.*) à des variations brusques de température. Bull. Fr. Piscic., n° 230 p. 6-25 et n° 231 p. 41-61.
- CHARLON N., BARBIER B., BONNET L., 1970. Résistance de la truite Arc-en-ciel (*Salmo gairdneri RICHARDSON*) à des variations brusques de température. Ann. Hydrobiol., 1 (1), 73-89.
- COCKING A. W., 1959. The effect of high temperatures on roach (*Rutilus rutilus L.*) I. The effects of constant high temperatures. J. exp. Biol., 36 (1), 203-216.
- EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission), 1968. Water Quality criteria for European freshwater fish. EIFAC tech. Pap., 6, 32 p.
- FR / F. E. J., BRETT J. R., CLAWSON G. H., 1942. Lethal limits of temperature for young goldfish. Revue Can. Biol., 1, 50-56.
- FINNEY D. J., 1964. Probit Analysis. A statistical treatment of the sigmoid response curve. 2nd ed. Cambridge Univ. Press, Lond., 318 p.
- HART J. S., 1947. Lethal temperature relations of certain fish of the Toronto region. Trans. R. Soc. Can., Ser. 3, 41, 5, 57-71.
- HOROSZEWICZ L., 1971. Lethal temperatures of roach fry (*Rutilus rutilus L.*) from lakes with normal and artificially elevated temperature. Pol. Arch. Hydrobiol. 18, 1, 69-79.
- HOROSZEWICZ L., 1973. Lethal and « disturbing » temperatures in some fish species from lakes with normal and artificially elevated temperature. J. Fish. Biol., 5, 165-181.