

RESISTANCE DES GAMMARES DE LA SEINE AUX ELEVATIONS DE TEMPERATURE

B. BARBIER, P. CHAMP

Laboratoire d'Hydrobiologie
Centrale Thermique E.D.F.
B.P. n° 23 - 77130 MONTEREAU

Laboratoire de Physio-Toxicologie du C.T.G.R.E.F.
Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture
14, avenue de St-Mandé - 75012 PARIS

SOMMAIRE

Des tests thermiques ont permis la définition des températures moyennes supérieures létales pour les Gammars de la Seine (*Rivulogammarus roeselii* 85 % ; *Rivulogammarus pulex* 15 %) acclimatés, dans leur milieu naturel, à 5° C, 14° C et 21° C. Les températures létales moyennes sur 96 heures sont respectivement de 24,9° C, 27,7° C et 28,4° C.

INTRODUCTION

La multiplication des effluents d'eaux chaudes rend urgente la définition des limites thermiques tolérables afin de préserver au mieux les biocénoses aquatiques des déséquilibres auxquels elles pourraient se trouver exposées dans un proche avenir.

Les données élémentaires permettant d'élaborer de tels critères de qualité restent souvent fragmentaires en raison de la variabilité des réactions biologiques tant au niveau des espèces qu'au niveau des biocénoses. Elles soulignent cependant, chez les invertébrés aquatiques en particulier, une sensibilité notable (NEBEKER et LEMKE, 1968, SMITH, 1973).

La présente étude définit pour sa part les températures supérieures létales pour les Gammars (Crustacés Amphipodes) de la Seine (*Rivulogammarus roeselii* et *Rivulogammarus pulex*) prélevés dans leur milieu naturel et à différentes époques de l'année, au niveau de la Centrale thermique de MONTEREAU.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Récolte des animaux et acclimatation

Les gammars étudiés ont été prélevés parmi les populations naturelles vivant en Seine, au niveau de la Centrale Thermique de MONTEREAU, en amont de sa prise d'eau.

De mai 1972 à janvier 1973, trois récoltes ont permis de recueillir des animaux acclimatés, dans leur milieu naturel, à 14°C en mai 1972, 21°C en août 1972 et 5°C en janvier 1973.

Les animaux récoltés, constitués à 85 % de *Rivulogammarus roeselii* et à 15 % de *Rivulogammarus pulex* (quelques exemplaires seulement de *Rivulogammarus fossarum* ont été identifiés), sont transportés, à leur température d'acclimatation, au laboratoire et placés, par lots de cent, dans des aquariums alimentés en continu en eau de source d'excellente qualité et thermorégulée.

1.2. Procédure adoptée

Afin de déterminer les températures supérieures moyennes létales en 96 heures pour les gammars, six à huit lots de 200 gammars au moins, acclimatés à 5°C, 14°C ou 21°C sont exposés simultanément à 6 ou 8 températures pour lesquelles on note un certain pourcentage de mortalité, de 0 à 100, lors de l'expérimentation.

Le renouvellement continu de l'eau permet de maintenir la teneur en oxygène dissous entre 6,6 et 7,5 mg/l. et la température constante, pendant les 96 heures du test. Aucune mortalité n'a été relevée dans les aquariums témoins conservés aux températures d'acclimatation initiales.

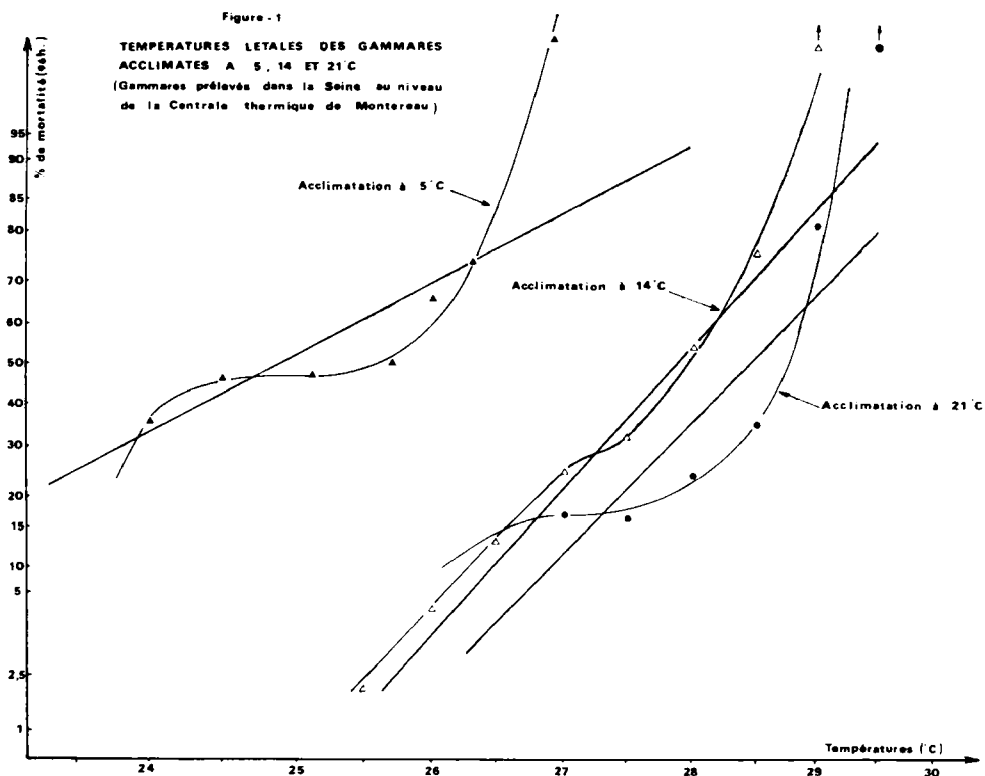
Afin d'éviter le cannibalisme constaté lors des essais préliminaires nous avons réparti les gammars en faible densité dans les aquariums et fourni un léger substrat de matières organiques d'origine végétale.

2. ANALYSE STATISTIQUE

2.1. Méthode

L'analyse statistique des résultats a été conduite par la transformation en probits telle qu'elle est développée par FINNEY (Probit analysis 1964). Une droite de régression est tracée parmi les points obtenus en portant les pourcentages de mortalité transformés en probits en fonction des logarithmes des températures. La convenance de ce modèle est testée par un X^2 , et est de façon très générale justifiée en toxicologie et dans les tests de températures. Une valeur anormalement élevée du X^2 indique soit une dispersion trop grande des points expérimentaux due à une hétérogénéité ou une erreur au niveau des conditions expérimentales, soit la non-convenance du modèle mathématique, due en général à la surimposition de diverses actions létales du facteur étudié. Dans ce cas, les points expérimentaux apparaissent disposés le long d'une courbe d'équation polynomiale dont l'analyse mathématique complète exigerait un nombre important de points et de très longs calculs. On préfère alors habituellement utiliser la représentation linéaire en accroissant les intervalles de confiance sur les résultats par un facteur d'hétérogénéité égal au X^2 divisé par son nombre de degrés de liberté. (Finney 1964, pages 59-60).

Le cas s'étant présenté ici, cette méthode a été employée. Cependant compte tenu du grand nombre d'individus testés, il est probable que le résultat lu graphiquement sur une courbe flexueuse tracée à vue sur les points expérimentaux soit plus exact que celui obtenu par régression linéaire. Aussi l'avons-nous fait figurer (fig. 1).



Dans les équations suivantes, « y » représente le probit, « x » le logarithme du dixième de la température en degrés Celsius.

2.2. Résultats

La figure 1 donne, en fonction des températures, une double représentation graphique (linéaire et curviligne) des mortalités observées, en 96 heures, chez les Gammars acclimatés à 5° C, 14° C, 21° C.

- Acclimation à 5° C (janvier 1973)
 Droite représentative $y = 27x - 5,7$
 Intervalle de confiance à 95 % sur la pente : [12,1 ; 41,8]
 Température causant 50 % de mortalité (TL 50 — 96 heures) : 24,9° C
 Intervalle de confiance à 95 % : [24,2° ; 25,6°]
 $X^2 = 31,9$ (6 degrés de liberté)
 Valeur trouvée graphiquement par représentation non linéaire : 25,6° C.

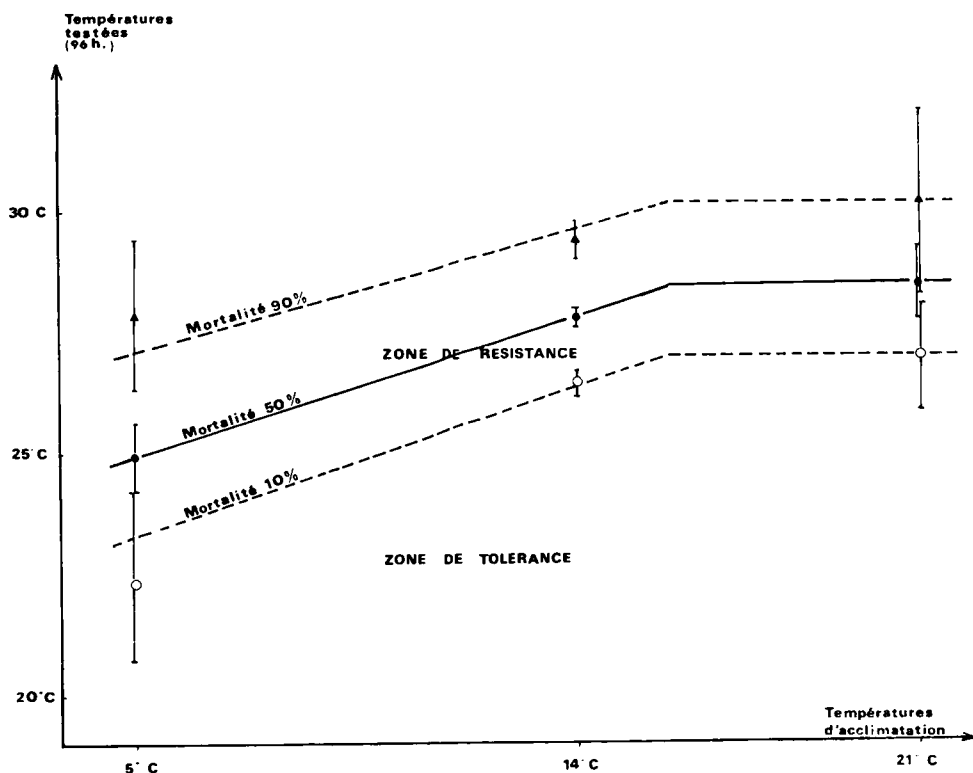
- Acclimation à 14° C (mai 1972)
 Droite représentative $y = 59,445x - 21,347$
 Intervalle de confiance à 95 % sur la pente : [46,85 ; 72,14]
 Température causant 50 % de mortalité : 27,75° C
 Intervalle de confiance à 95 % : [27,54° ; 27,95°]
 $X^2 = 22,5$ (6 degrés de liberté)
 Valeur trouvée graphiquement par représentation non linéaire : 27,9° C.

- Acclimatation à 21° C (août 1972)
- Droite représentative : $y = 52,6x - 18,87$
- Intervalle de confiance à 95 % sur la pente : [8,21 ; 96,39]
- Température causant 50 % de mortalité : 28,4° C
- Intervalle de confiance à 95 % : [27,7° ; 29,2°]
- $X^2 = 108,9$ (4 degrés de liberté)
- Valeur trouvée graphiquement par représentation non linéaire : 28,7° C.

Le tableau 1 regroupe les températures létales moyennes observées en 96 heures (TL 50 — 96 heures) et obtenues par les deux méthodes définies plus haut.

En portant les températures causant des pourcentages donnés de mortalité (ici, 10 % ; 50 % ; 90 %) en fonction des températures d'acclimatation, on peut définir une zone de tolérance thermique qui est la zone que peut supporter, sans mortalité excessive, une population de gammares en fonction de sa température d'acclimatation (donc en fonction de la saison) et une zone de résistance dans laquelle apparaissent les mortalités (figure 2).

Figure - 2
TEMPERATURES LETALES DES GAMMARES
EN FONCTION DES TEMPERATURES D'ACCLIMATATION
 (Gammars prélevés dans la Seine au niveau de la Centrale thermique de Montereau)



Cependant les droites tracées sur notre graphique ne donnent qu'une délimitation approximative de ces zones puisqu'elles ne sont étayées que par 3 points.

3. DISCUSSION

A. L. ROUX (1971) a testé les températures létales en 24 h. pour *Rivulogammarus pulex* et *Rivulogammarus fossarum*. Cet auteur n'a pas utilisé la même méthode d'analyse que nous, mais les courbes qu'il donne peuvent être transformées dans un système log-probit. Il est intéressant de constater qu'on obtient alors, comme dans nos expériences, des courbes flexueuses, bien que l'inflexion se situe au niveau de pourcentages de mortalité plus faibles, et des X^2 fortement significatifs d'hétérogénéité par rapport au modèle linéaire. Les résultats de ROUX, concernant des gammares acclimatés à 12° C, se situent entre 26,6° C et 27,3° C pour *Rivulogammarus pulex*, selon les stations de prélèvements, résultats tout à fait cohérents avec ce que nous obtenons pour *Rivulogammarus roeselii* tandis que *Rivulogammarus fossarum* semble selon ROUX plus sensible (21,1° C à 25,8° C).

Travaillant sur deux autres espèces de Gammares, SMITH (1973) obtient, avec une acclimatation à 18° C, des valeurs assez voisines : TL 50-96 heures de 26° C pour *Gammarus pseudolimnaeus* Bousfield et pour *Gammarus lacustris*.

Ces résultats soulignent la grande sensibilité des Gammares aux élévations de température et sont corroborés par les observations faites dans le canal de rejet de la Centrale Thermique de MONTEREAU où leurs populations, toujours plus faibles qu'en Seine, deviennent pratiquement nulles au-delà de 28,5 °C.

REFERENCES CITEES

- FINNEY D. J. 1964. Probit Analysis. A statistical treatment of the sigmoid response curve — 2nd ed. University Press, Cambridge.
- NEBEKER A. V., LEMKE A. E., 1968. Preliminary studies on the tolerance of aquatic insects to heated waters. *J. Kansas Entomol. Soc.*, 40 (3), 415-421.
- ROUX A. L., 1971. Les Gammares du groupe Pulex, essai de systématique biologique. II Quelques caractéristiques écologiques et physiologiques. *Arch. Zool. exp. gén.* 112, 471-503.
- SMITH W. E., 1973. Thermal tolerance of two species of *Gammarus*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 102 (2), 431-433.

Température d'acclimatation	TL 50 — 96 heures obtenues par la droite de régression	TL 50 — 96 heures obtenues graphiquement par représentation non linéaire.
5° C (Janvier 1973)	24,9° C [24,2° — 25,6° C]	25,6° C
14° C (Mai 1972)	27,75° C [27,54° — 27,95° C]	27,9° C
21° C (Août 1972)	28,4° C [27,7° — 29,2° C]	28,7° C

Tableau 1. Températures létales moyennes sur 96 heures (TL 50 — 96 h.) des Gammares de la Seine acclimatés à 5°, 14° et 21° C et prélevés au niveau de la Centrale Thermique de MONTEREAU.