

ETUDE COMPAREE DES TEMPERATURES LETALES SUPERIEURES ET DU PREFERENDUM THERMIQUE
CHEZ DEUX ESPECES D'AMPHIPODES EPIGES DU CENTRE-OUEST.

par VINCENT Michel

Equipe de Malacologie Appliquée, Laboratoire de Biologie Expérimentale, U.E.R. des Sciences Exactes et Naturelles, 123, Avenue Albert-Thomas, 87060 - LIMOGES Cedex.

RESUME. - *Echinogammarus berilloni* est beaucoup plus sténotherme que *Gammarus pulex*. Sa température létale supérieure est de 27,4 °C en été, et de 27,06 °C en hiver ; son thermopreferendum se situe, pour les mêmes périodes entre 14 °C - 16 °C et 12 °C - 14 °C.

MOTS-CLES. - Amphipodes - Eau douce - Températures létales - Preferendum thermique.

SUMMARY. - *Echinogammarus berilloni* is more stenotherm than *Gammarus pulex*. Their letal upper temperatures are 27,4 °C in summer, and 27,06 °C in winter ; for the same periods, their thermic-choices are between 14 °C - 16 °C and 12 °C - 14 °C.

KEY-WORDS. - Amphipods - Fresh-water - Letal temperatures - Thermic-choice.

Dans les cours d'eau du Centre-Ouest de la France, on trouve principalement deux espèces d'Amphipodes Gammaridés : *Gammarus pulex pulex* et *Echinogammarus berilloni*. Alors que *G. pulex* a une vaste répartition dans cette région, aux climats, aux sols, et aux reliefs variés, *E. berilloni* se localise essentiellement dans les zones sédimentaires de basse altitude.

Dans un précédent travail (VINCENT, 1971, 1972), nous avons recherché l'action des basses températures (0,5 °C - 1 °C) sur la physiologie de ces deux espèces. Les résultats montrent qu' *E. berilloni* est l'espèce la plus sensible à l'abaissement de la température, sa résistance diminuant d'autant plus que la teneur en sels minéraux des eaux est plus faible.

Pour compléter cette étude d'écophysiologie comparée, il est intéressant de déterminer les températures létales supérieures de ces deux espèces, ainsi que leur preferendum thermique.

Cette recherche s'inscrit dans le cadre d'une étude pratique sur l'impact des molluscicides sur la faune des ruisseaux de notre région. Les Gammares constituent en effet un maillon très important dans la chaîne alimentaire des poissons carnivores.

MATERIEL ET METHODES.

Il est bien connu que les réactions des animaux vis-à-vis des températures extrêmes dépendent pour une grande part des conditions thermiques du milieu où ils ont vécu (KROG, 1945 ; FRY, 1957). Aussi, les Gammares étudiés proviennent-ils d'une même station, La Charraud, située au niveau du petit village de Torsac en Charente. Les caractéristiques thermiques et ioniques de l'eau de ce ruisseau sont indiquées dans le Tableau I.

La Charraud Alt. : 110 m	Poids sec de l'eau (mg/l)	Teneur en ions Ca ⁺⁺ (mg/l)	Température hivernale	Température estivale
	290 - 315	100 - 110	9 ± 1 °C	14 ± 1 °C

1 - Détermination de la température létale supérieure :

Nous avons procédé à deux séries d'expériences, l'une en été (août), l'autre en hiver (mars), dans l'eau d'origine (eucalcique), et dans une eau oligocalcique naturelle prélevée dans un ruisseau limousin et compatible avec la vie des Gammarès. Cette eau oligocalcique a un poids sec de 30 à 40 mg/l, et une concentration en calcium de 5 à 8 mg/l.

Quelle que soit la saison, les Gammarès sont maintenus 15 jours au laboratoire à la température de 14 ± 1 °C, dans l'eau d'origine avant les expériences. Pendant cette période, ceux testés en eau limousine sont acclimatés à leur nouveau milieu les deux derniers jours précédant les mesures. Pour chaque expérience, les animaux sont placés par lots de 10 à 12 dans des bacs d'aluminium contenant 700 cc d'eau. Ces bacs sont ensuite immergés dans un bain-marie thermostaté dont la température de départ (14 °C) s'élève de façon régulière et uniforme jusqu'à la température choisie. Cette dernière est atteinte en 25 à 30 minutes et maintenue constante pendant 24 heures. Pendant toute la durée de l'expérience, l'eau des bacs est aérée et l'ensemble est maintenu dans une demi-obscurité. Un support rugueux permet aux animaux de se fixer. En fin d'expérience, les bacs sont ramenés progressivement à la température de 14 °C ; les animaux morts dans la journée qui suit l'expérience sont comptés dans ce bilan. Par convention, la température létale est celle pour laquelle 50 % des individus meurent en 24 heures (FRY, 1957). Cette valeur théorique est calculée à partir des valeurs thermiques encadrant le pourcentage de 50 %.

$$\text{Température létale (TL 50)} = T_a + \frac{(50-a)}{b-a} \times 1 \text{ °C}$$

a = pourcentage de mortalité inférieure à 50 %

b = pourcentage de mortalité supérieure à 50 %

T_a = température correspondant au pourcentage de a

2 - Thermo-preferendum :

Le thermo-preferendum est déterminé par la zone de températures où séjournent le plus fréquemment les Gammarès, dans un gradient thermique stabilisé. Ce gradient est établi dans une gouttière métallique calorifugée, de 1,50 m de long et 5 cm de diamètre, dont les extrémités sont immergées dans des bains-marie thermostatés. Après des essais préalables, il est apparu que le gradient allant de 7 °C à 16 °C était le plus favorable. Nous avons défini quatre zones correspondant chacune à des intervalles de 2 °C. Après 30 minutes d'accoutumance à leur nouvel habitacle, la position des 10 Gammarès testés est notée toutes les 5 minutes pendant 2 heures. Le thermo-preferendum est apprécié par le pourcentage de position observée dans chaque zone. Nous avons procédé à 10 expériences (5 en hiver, 5 en été), sur des animaux préalablement acclimatés à la température de 14 °C.

RESULTATS ET INTERPRETATIONS .

1 - Détermination de la TL 50 dans l'eau d'origine :

Les résultats sont groupés dans le Tableau II.

L'examen des résultats obtenus en été et en hiver entraîne les remarques suivantes :

- en période estivale, les TL 50 des deux espèces sont comparables. Les intervalles de confiance des pourcentages de mortalité à 27 °C et 28 °C se recourent largement.

	PERIODE ESTIVALE					PERIODE HIVERNALE				
	T°	N	M%	I. Confiance	T° létale	N	M%	I. Confiance	T° létale	
<i>E. berilloni</i>	24	40	2,5	0,06- 13	27°4					
	25	50	6	1,2 - 16		90	7,7	3,2 - 15		
	26	90	8,8	3,9 - 16		135	29,6	21 - 37		
	27	90	16,6	9,6 - 26		120	46,6	37 - 55	27°06	
	28	64	92	82 - 97		60	100	94 - 100		
	29	50	100	92 - 100						
<i>G. pulex</i>	24	40	0		27°5					
	25	50	4	0,5- 13		90	6,6	2,5 - 14		
	26	83	4,8	1,3- 11		90	4,4	1,2 - 11		
	27	90	15,5	8,8- 24		105	18	10 - 25	27°4	
	28	69	85,5	75 - 92		60	93,3	83 - 98		
	29	50	100	92 - 100						

TABLEAU II : T° : température testée en degrés Celsius. N : nombre de Gammarus mis en expérience. M% : pourcentage de mortalité après 24 h. d'expérience. IC : intervalle de confiance des pourcentages pour un coefficient de sécurité de 95 %.

- en période hivernale, la TL 50 est pratiquement la même qu'en été pour *G. pulex*. Par contre, la TL 50 de *E. berilloni* s'abaisse de 0,34 °C, ce qui se traduit par une mortalité à 27 °C qui passe de 16,6 % en été à 46,6 % en hiver.

Il semble donc que l'abaissement de 5 °C de la température moyenne de l'eau du ruisseau en hiver affecte beaucoup plus le métabolisme de *E. berilloni* que celui de *G. pulex*.

2 - Détermination de la TL 50 dans une eau oligocalcique :

HALSBAND, 1953, HEILBRUN, 1956, ont montré chez divers organismes aquatiques, qu'une augmentation de la dureté de l'eau (Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ principalement) élevait sensiblement la température létale. Inversement, pour LOEB et WASTENEY, 1912, "Hypotonic solutions speed the death of organisms exposed to heat".

Les résultats obtenus après 48 h. d'acclimatation à l'eau oligocalcique sont groupés dans le tableau III.

L'analyse des valeurs trouvées pour les deux espèces entraîne les remarques suivantes:

- pour *G. pulex*, les TL 50 estivale et hivernale sont comparables et légèrement inférieures à celles trouvées en eaux eucalciques.
- pour *E. berilloni*, la TL 50 hivernale est nettement plus basse que celle trouvée en été ; de plus, les températures létales en eaux oligocalciques sont inférieures à celles trouvées en eaux eucalciques.

E. berilloni apparaît donc comme l'espèce la moins résistante à l'abaissement de la teneur en sels de l'eau, lorsque la température s'élève. Le phénomène est d'autant plus net que les animaux ont vécu dans une eau froide. Des écarts entre les TL 50 estivales et les TL 50 hivernales sont respectivement de 0,6 °C et 1,66 °C.

	PERIODE ESTIVALE				PERIODE HIVERNALE			
	T°	N	M% I.	Confiance T° létale	N	M%	I. Confiance	T° létale
<i>E. berilloni</i>	25				82	39	28 - 50	25°4
	26	90	26,7	18 - 37	64	68,7	56 - 79	
	27	90	54,4	43 - 65	64	93,7	85 - 97	
	28	40	100	91 - 100	50	100	92 - 100	
<i>G. pulex</i>	25				60	20	10 - 32	27°3
	26	86	16,3	9 - 25	60	20	10 - 32	
	27	86	33,7	24 - 44	68	29,4	19 - 41	
	28	40	100	91 - 100	50	100	92 - 100	

TABLEAU III : T° : température testée en degrés Celsius. N : nombre de Gammarels mis en expérience. M% : pourcentage de mortalité après 24 h. d'expérience. IC : intervalle de confiance des pourcentages pour un coefficient de sécurité de 95 %.

REMARQUE :

L'acclimatation de 48 h. à l'eau oligocalcique peut être considérée comme trop courte et responsable de ces écarts. Aussi avons-nous déterminé à 26 °C et à 27 °C la mortalité de Gammarels ayant séjourné deux mois dans une eau oligocalcique en période estivale.

T°	<i>E. berilloni</i>			<i>G. pulex</i>		
	N	M %	I. Confiance	N	M %	I. Confiance
26	60	63,3	49 - 75	60	21,6	12 - 34
27	60	90	79 - 96	60	40	27 - 59

TABLEAU IV : T° : température testée en degrés Celsius. N : nombre de Gammarels mis en expérience. M% : pourcentage de mortalité après 24 h. d'expérience. IC : intervalle de confiance des pourcentages pour un coefficient de sécurité de 95 %.

Comparés aux résultats précédents (Tableau III, période estivale), nous constatons que la mortalité de *G. pulex* a légèrement augmenté à 26 °C et à 27 °C. Par contre, celle de *E. berilloni* s'est considérablement accrue, passant de 26,7 % à 63,2 % à 26 °C et de 54,4 % à 90 % à 27 °C.

Cette longue acclimatation à l'eau oligocalcique n'a pas entraîné une meilleure adaptation d' *E. berilloni* à ce milieu. Ces résultats sont, toutefois, difficiles à interpréter ; nous avons constaté, en effet, qu'à long terme, les conditions d'élevage au laboratoire étaient moins bien supportées par *E. berilloni* que par *G. pulex*.

3 - Préférendum thermique :

Les observations faites en été et en hiver sont groupées dans le Tableau V.

		Zones en °C			
		16 - 14	14 - 12	12 - 10	10 - 7
Saisons					
<i>E. berilloni</i>	Eté	58,2 %	15,6 %	12 %	14,2 %
	Hiver	17,2 %	40,4 %	24,1 %	18,3 %
<i>G. pulex</i>	Eté	37,8 %	15,1 %	13,3 %	33,8 %
	Hiver	22 %	8,5 %	15 %	54,5 %

TABLEAU V.

Les pourcentages sont calculés à partir de la somme des valeurs obtenues dans chaque série d'expériences, soit 1250 positions pour chacune d'elles.

L'examen des résultats montre que :

- en été, *E. berilloni* choisit la zone la plus chaude du gradient (14 °C - 16 °C), alors que *G. pulex* se montre indifférent au choix qui lui est offert. *G. pulex* se déplace d'un bout à l'autre du tube d'expérience, en séjournant plus longuement aux extrémités.
- en hiver, le thermo-préférendum d' *E. berilloni* descend dans la zone 12 °C - 14 °C, alors que *G. pulex* choisit nettement la zone 7 °C - 10 °C.

CONCLUSION.

E. berilloni apparaît comme l'espèce la plus sténotherme. Même à la fin de l'hiver, elle choisit une zone thermique dont la valeur, 13 ± 1 °C, est nettement plus élevée que celle enregistrée dans son milieu d'origine (9 ± 1 °C). Contrairement à *G. pulex*, *E. berilloni* ne s'adapte donc pas aux températures hivernales de son milieu ; cela se traduit par un affaiblissement de ses capacités métaboliques. En particulier, une baisse de la teneur en sels minéraux de l'eau augmente fortement sa mortalité quand la température s'élève.

Ces résultats complètent nos connaissances sur la physiologie de ces deux espèces et nous permettent de mieux comprendre les raisons de l'absence d' *E. berilloni* des eaux oligo-calciques limousines.

BIBLIOGRAPHIE.

- FRY, F.E.J., 1957. - The letal temperature as a tool in taxonomy. *Ann. Biol.*, 33, p. 205
- HALSBAND, E., 1953. - Untersuchungen über das Verhalten von Florelle (*Trutta iridea* W.Gibb) und Dobel (*Squalius cephalus* Heck) bei Einwirkung Verschiedener Ausserfaktoren. *Z. Fisherei u. d. Hilfswiss.*, N.F., p. 227
- HEILBRUN, L.V., HARRIS, D.L., LE FEVRE, P.G., 1956. - Heat death, heat injury and toxic factor. *Physiol. Zool.*, 19, p. 104
- KROG, J., 1945. - The influence of seasonal environmental changes upon the metabolism, lethal temperature and rate of heart beat of *Gammarus limmaeus* (Smith) taken from an Alaskan lake. *Biol. Bull.*, 107, p. 397.
- LOEB, J., WASTENEY, S.H., 1912. - On the adaptation of fish (*Fundulus*) to higher temperatures. *J. Exp. Zool.*, 12, p. 543
- VINCENT, M., 1971. - Résistance thermique et teneur en sels des eaux chez des Gammares épigés du Centre-Ouest. *C.R. Soc. Biol.*, 165, p. 648
- VINCENT, M., 1972. - Température et récupération du calcium de la carapace après la mue chez *Echinogammarus berilloni*. Comparaison avec *Gammarus pulex*. *C.R. Soc. Biol.*, 166, p. 668.