

# Résistance du mollusque prosobranch *Potamopyrgus jenkinsi* (E.A. Smith, 1889) aux températures croissantes : étude expérimentale

C. Vareille-Morel<sup>1</sup>

Mots clés : Mollusques, Prosobranches, *Potamopyrgus jenkinsi*, Température, Résistance thermique.

La présente étude montre que, chez *Potamopyrgus jenkinsi* soumis à des températures croissantes : 1 - les juvéniles sont moins résistants que les adultes ; 2 - les générations d'hiver sont moins résistantes que les générations d'été ; 3 - les individus eucalciques sont plus résistants que les individus oligocalciques ; 4 - l'adaptation des individus oligocalciques à un milieu eucalcique accroît leur résistance thermique ; 5 - inversement, l'adaptation des individus eucalciques à une eau oligocalcique diminue leur résistance thermique.

Resistance of the prosobranch mollusc, *Potamopyrgus jenkinsi* (E.A. Smith 1889) to increasing temperatures : an experimental study.

Keywords : Mollusc, Prosobranch, *Potamopyrgus jenkinsi*, Temperature, Thermal resistance.

The present study shows that when *Potamopyrgus jenkinsi* is subjected to rising temperatures : 1 - the juveniles are less resistant than the adults ; 2 - the winter generations are less resistant than the summer generations ; 3 - eucalcic individuals are more resistant than oligocalcic individuals ; 4 - adaptation of oligocalcic individuals to a eucalcic environment increases their thermal resistance ; 5 - inversely, adaptation of eucalcic individuals to oligocalcic water decreases their thermal resistance.

## 1. — Introduction

Des études antérieures ont montré l'existence d'une « limite » dans la répartition de *Potamopyrgus jenkinsi* sur la Dronne et sur son affluent l'Isle : lorsque l'on remonte vers la source de ces rivières, le Mollusque ne se rencontre pas dans la plupart des localités, ou bien forme des microcolonies rares et dispersées. Ces faits ont été observés sur la « zone frontière » entre les terrains cristallins du Limousin et les zones sédimentaires du Périgord ; mais ils ne peuvent être attribués à la seule teneur en calcium du milieu aquatique (Vareille-Morel 1981). Il nous a paru utile de préciser les facteurs qui interviennent dans ce phénomène. L'une des hypothèses retenues invoquerait les effets de la température.

Le présent travail se propose de vérifier partiellement cette hypothèse en déterminant — par voie expérimentale — la capacité de résistance de *Potamopyrgus jenkinsi* à des températures croissantes.

## 2. — Matériel et méthodes

### 2.1. — Matériel animal

Deux populations de *Potamopyrgus jenkinsi* sont concernées par nos expériences :

— La première population vit dans un ruisseau au lieu dit « La Judie », Commune de Saint-Martin-le-Vieux, Haute-Vienne. Le milieu aquatique présente une teneur en calcium de 17 mg/l ; aussi avons-nous qualifié cette population par le terme d'« oligocalcique ». L'amplitude thermique journalière est, au mois d'août, de 9° C (12° C - 21° C) ; en hiver (février), la température de l'eau est, en moyenne, de 6° C avec une variation diurne de 2° C à 8° C.

1. Equipe de Malacologie Appliquée. U.E.R. des Sciences Exactes et Naturelles 123, avenue Albert-Thomas, 87060 Limoges Cédex.

— La deuxième population a été prélevée dans l'Isle, à Saint-Martial d'Albarède, Dordogne. Cette population a été qualifiée par le terme d'« eucalcique » en raison de la teneur en calcium importante dans le milieu aquatique (107 mg/l). Les températures estivales sont peu différentes de celles de Saint-Martin-le-Vieux. Seule l'amplitude diurne est un peu plus faible (5° C). Les températures hivernales sont plus élevées et voisinent 9° C en moyenne.

Chaque population a été testée :

a — dans son eau d'origine ainsi que dans une eau d'origine différente afin de ne pas négliger l'influence possible de la teneur en calcium. C'est la raison pour laquelle nous avons soumis la population oligocalcique à une eau eucalcique et la population eucalcique à une eau oligocalcique.

b — en saison estivale (août) d'une part, en saison hivernale (février) d'autre part.

c — en tenant compte des écophases (adultes et juvéniles).

Quelle que soit la saison, les *Potamopyrgus jenkinsi* prélevés dans la nature ont été placés en stabulation — au laboratoire — dans leur eau d'origine pendant 8 jours. Chaque expérimentation a porté sur trois lots comprenant chacun 60 individus de taille et de poids sensiblement identiques : la hauteur moyenne de la coquille des adultes est de 5 mm, leur poids moyen de 16,5 mg. La hauteur moyenne de la coquille des juvéniles est de 2 mm, le poids moyen de 3 mg.

## 2.2. — Protocole expérimental

Ginet et Mathieu (1968) ont montré l'importance du protocole expérimental dans la détermination des températures létales. Conformément à leurs recommandations, nous avons placé les animaux dans des récipients en aluminium contenant 1 litre d'eau. Ces derniers sont mis dans un bain thermostaté (SECASI) et la température initiale de l'eau (14° C) s'élève de façon progressive jusqu'à la température expérimentale sélectionnée sur le thermomètre du bain (1,5° C à 2,5° C en 5 mn). Cette augmentation uniforme en un temps relativement court évite un choc thermique brutal sans permettre l'acclimatation inhérente à un réchauffement trop lent (Yacine-Kassab 1975). L'expérience est menée pendant 24 heures à partir de l'obtention de la température choisie, qui reste alors constante à 0,1 C près.

Après chaque expérience, et après retour de l'eau à la température initiale, les animaux sont placés dans un bain neuf, aéré, et renouvelé régulièrement, en présence de nourriture. Les individus qui n'ont pas repris d'activité au bout de 15 jours sont comptabilisés parmi les morts.

## 3. — Résultats

Les résultats sont présentés sur les tableaux I à IV. Ceux-ci indiquent, pour chaque écophase : (a) le taux de mortalité (en %) ; (b) le délai de reprise de nourriture (en jours).

### 3.1. — Population oligocalcique placée dans son eau d'origine (tableau I)

Chez les *Potamopyrgus jenkinsi* d'été, la mortalité s'observe à partir de 26° C et devient totale à 30°. L'accroissement du taux de mortalité est cependant un peu plus rapide chez les jeunes que chez les adultes (20 % contre 10 % à 27° C par exemple), et le temps de récupération est un peu plus long (3,5 jours contre 2 jours à la même température).

La mortalité apparaît pour des températures plus basses chez les jeunes d'hiver (à 24° C) et devient complète à 28° C. En revanche, chez les adultes, elle ne s'observe qu'entre 27° C et 30° C. Notons cependant que, dans ces deux catégories de Mollusques, le temps de récupération s'observe même pour des températures non létales (à partir de 22° C pour les jeunes, de 23° C pour les adultes) et qu'il s'accroît en durée avec l'augmentation de la température d'expérience. Comme pour les Mollusques de la génération d'été, la durée de ce délai est plus élevée chez les jeunes que chez les adultes (respectivement 5 jours contre 3 jours à 25° C).

La comparaison des résultats concernant les deux générations montrent que le temps de récupération est un peu plus long chez les Mollusques d'hiver que chez ceux d'été (ainsi, 4 jours chez les adultes d'hiver contre 2 jours à 27° C par exemple).

### 3.2. — Population eucalcique placée dans son eau d'origine (tableau II)

Chez les jeunes d'été, la mortalité apparaît à partir de 27° C et devient complète à 31° C. Chez les adultes, les températures sont respectivement de 28° C et de 33° C.

Tableau I. — Populations oligocalciques placées dans leur eau d'origine.

Lots	Eté				Hiver			
	Jeunes		Adultes		Jeunes		Adultes	
	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours
T ° C								
22	-	-	-	-	0	1	0	0
23	-	-	-	-	0	2	0	1
24	-	-	-	-	10	3	0	2
25	0	1	0	1	25	5	0	3
26	8,3	2,5	5	2	53,3	8,5	0	3
27	20	3,5	10	2	98,3	13,5	40	4
28	73,3	6	61,6	3,5	100	-	63,5	4,5
29	90	9	96,6	7,5	-	-	95	9
30	100	-	100	-	-	-	100	-

Tableau II. — Populations eucalciques placées dans leur eau d'origine.

Lots	Eté				Hiver			
	Jeunes		Adultes		Jeunes		Adultes	
	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours
T ° C								
25	0	0	0	0	0	2	0	2
26	0	0	0	0	20	2,5	0	2,5
27	16,6	1	0	0	35	4	0	2,5
28	23,3	1,5	13,3	1	78,3	5	20	2,5
29	35	2	43,3	3	98,3	9	55	4
30	95	5	55	5	100	-	86,6	8
31	100	-	75	8	-	-	90	10
32	-	-	95	9	-	-	100	-
33	-	-	100	-	-	-	-	-

Pour ces mollusques, la gamme des températures létales se situe à des valeurs un peu plus élevées (1° C à 2° C) que celles des individus oligocalciques d'été (tableau I).

Les *P. jenkinsi* d'hiver montrent un taux de mortalité croissant entre 26° C et 30° C pour les jeunes, entre 28° C et 32° C pour les adultes. La comparaison de ces catégories avec celles correspondantes du tableau I amène des remarques identiques à celles formulées pour les mollusques d'été.

Les résultats concernant les délais de récupération se superposent à ceux déjà indiqués pour le tableau I. Ils sont cependant un peu plus courts en durée.

### 3.3. — Population oligocalcique adaptée à l'eau eucalcique (tableau III)

Chez les individus d'été, la mortalité s'observe à partir de 27° C aussi bien chez les jeunes non létales que chez les adultes. Elle est totale à 30° C chez les juvéniles contre 32° C chez les adultes.

Il faut remarquer qu'un certain délai de récupération apparaît pour des températures non létales (un jour à 25° C pour les deux catégories) et qu'il augmente en durée par la suite.

Chez les individus d'hiver, on note les mêmes résultats (mortalité entre 29° C et 31° C chez

Tableau III. — Populations oligocalciques adaptées à une eau eucalcique.

Lots	Été				Hiver			
	Jeunes		Adultes		Jeunes		Adultes	
	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours
T ° C								
24	-	-	-	-	0	1	0	1
25	0	1	0	1	0	2	0	2
26	0	1	0	1,5	0	2	0	2,5
27	5	2	5	2,5	0	2,5	0	2,5
28	15	3,5	15	3	0	2,5	35	4,5
29	48,3	5	41,6	3,5	15	3	65	5
30	100	-	60	5	85	6	100	-
31	-	-	96,6	-	100	-	-	-
32	-	-	100	-	-	-	-	-

les jeunes, entre 28° C et 30° C chez les adultes). Le délai de récupération s'observe également à partir de 24° C ; il est sensiblement identique en durée à celui noté chez les individus d'été.

La comparaison de ces résultats avec ceux observés chez les *P. jenkinsi* oligocalciques placés dans leur eau d'origine (tableau I) montre que la mortalité apparaît à des températures supérieures en milieu eucalcique (ainsi, 27° C chez les jeunes d'été et 29° C chez les jeunes d'hiver au lieu de 26° C et de 24° C respectivement, chez les jeunes oligocalciques correspondants au tableau I). L'évolution du taux de mortalité est plus rapide — sauf pour les adultes d'hiver — et le délai de récupération est plus court (par exemple, 5 jours pour les jeunes d'été à 29° C dans une eau eucalcique contre 9 jours pour le même type d'individus et à la même température mais dans une eau oligocalcique ; tableau I).

### 3.4. — Population eucalcique adaptée à l'eau oligocalcique (tableau IV)

Chez les individus d'été, la mortalité s'observe à partir de 26° C et touche tous les mollusques à partir de 31° C. L'évolution du taux de mortalité est cependant un peu plus rapide chez les adultes que chez les jeunes (48 % de mortalité à 28° C contre 23,3 % respectivement). Le temps de récupération s'accroît avec la température testée de 1 à 9,5 jours. Il est un peu plus long chez les jeunes que chez les adultes.

Chez les individus d'hiver, la mortalité apparaît pour des températures plus basses : à partir de 23° C chez les jeunes, de 25° C chez les adultes. Elle devient totale à partir de 29° C dans les deux catégories. Les délais de récupération sont un peu plus longs chez les jeunes que chez les adultes et plus longs également pour les deux écophases que pour celles d'été.

La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus chez les populations eucalciques placées dans leur eau d'origine (tableau II) montre que la sensibilité des individus eucalciques placés en eau oligocalcique est plus grande puisque la létalité s'observe dans ce cas pour des températures un peu plus basses (à 26° C chez les adultes d'été par exemple contre 28° C pour la même catégorie du tableau II). La mortalité est également totale pour des températures plus basses et le délai de récupération est supérieur en durée dans chaque catégorie de mollusques considérée séparément.

## 4. — Discussion

Les résultats peuvent se résumer de la manière suivante :

— les jeunes oligocalciques placés dans leur eau d'origine présentent une résistance moindre vis-à-vis des températures croissantes que les adultes. Cette résistance est également plus faible pour les individus d'hiver que pour ceux d'été.

Tableau IV. — Populations eucalciques adaptées à une eau oligocalcique.

Lots	Été				Hiver			
	Jeunes		Adultes		Jeunes		Adultes	
	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours	Mortalité en %	Délai en jours
T ° C								
22	-	-	-	-	0	2	0	1
23	-	-	-	-	5	2,5	0	1,5
24	-	-	-	-	13,3	4	0	2,5
25	0	1,5	0	0	26,6	4	13	3
26	15	2,5	13,3	1	46,6	6,5	25	4,5
27	21,6	3,5	31,6	1,5	95	9	45	7,5
28	23,3	7	40	3	98,3	-	88,3	10
29	43,3	8	50	5,5	100	-	100	-
30	65	9	81,6	9,5	-	-	-	-
31	100	-	100	-	-	-	-	-

— les mollusques eucalciques placés dans leur eau d'origine présentent les mêmes résultats lorsqu'on compare les générations et les écophases. La résistance vis-à-vis des températures croissantes est cependant meilleure que celle des oligocalciques.

— l'adaptation des mollusques oligocalciques à une eau eucalcique améliore leur résistance aux températures croissantes.

L'adaptation des mollusques eucalciques à une eau oligocalcique diminue au contraire leur résistance.

Les résultats sont plus marqués :

- 1) chez les jeunes que chez les adultes de chaque génération,
- 2) pour les générations d'hiver que pour les générations d'été.

Malgré quelques légères différences, que peuvent justifier les variations géographiques, spécifiques ou individuelles, nos résultats confirment les observations d'autres auteurs, en particulier sur le rôle protecteur du calcium, connu pour accroître la résistance thermique. Il agit à deux niveaux : d'une part, au niveau métabolique (Senius et Lagerspetz, 1978) d'autre part, en modifiant la réaction du milieu lui-même aux variations de température. Ainsi, Vincent (1971), en suivant en cela d'autres auteurs, remarque que les fluctuations thermiques de l'atmosphère sont plus rapidement enregistrées au niveau des eaux s'écoulant sur des terrains cristallins que celles drainant des terrains sédimentaires calcaires.

Les différences relevées au niveau de la résistance en fonction des générations de *P. jenkinsi* sont conformes au fait que les mollusques sont capables de s'adapter à des températures plus élevées que la normale à condition d'y être soumis progressivement ce qui est le cas pour les générations d'été. Yacine-Kassab (1975) obtient ainsi une résistance de *P. jenkinsi* jusqu'à 35° C. Nos expériences ne permettent pas de dire si, à cette faculté naturelle d'adaptation s'ajoute une plus grande résistance intrinsèque des générations d'été par rapport aux générations d'hiver. Quoi qu'il en soit, l'impact interne de l'élévation de la température est sensible dans les deux types de générations puisque dans l'un et l'autre cas, le délai de reprise de nourriture après remise en eau normale est d'autant plus long que les températures expérimentales ont été plus élevées.

En revanche, la moindre résistance des jeunes aux températures élevées se révèle plus délicate à interpréter. Beaucoup d'auteurs (Olivier & Barbosa 1955, Pointer & Combes 1976, Vassiliades 1978, Badie & Rondelaud 1982) ont en effet noté que les jeunes résistent mieux que les adultes aux températures élevées et/ou à la dessiccation, aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire. La discordance entre nos résultats et ceux précités peut s'expliquer en partie par le choix des espèces expérimentées, les auteurs précédents travaillant sur des espèces terrestres ou amphibiens pouvant résister temporairement à une dessiccation tandis que *P. jenkinsi* est

aquatique strict. Dès 1948, Evans note d'ailleurs que la tolérance thermique varie selon l'espèce de mollusque considérée.

On peut également avancer l'hypothèse que *P. jenkinsi* étant un mollusque operculé, la perméabilité de l'opercule est plus importante chez les jeunes que chez les adultes.

## 5. — Conclusion

Les points que nous venons de mettre en évidence suffisent-ils à justifier l'arrêt de la progression de *P. jenkinsi* dans la zone prospectée ? Smith et Wilson (1980) mettent l'accent sur les variations journalières de température plus sensibles lorsque la couverture végétale est plus faible. De fait, en Dordogne, les touffes parfois volumineuses d'*Apium nodiflorum* peuvent constituer un « tampon » thermique notable ce qui n'est pas le cas en Limousin où la végétation se fixe mal sur les blocs lisses et anguleux fréquents dans les cours d'eau. Sturrock (1966) considère pour sa part que les hautes températures constituent une barrière majeure à la colonisation chez *Biomphalaria pfeifferi* avec 32° C en laboratoire et 28° C sur le terrain. Dans notre région, 30° C reste une température trop élevée jamais atteinte dans les eaux limousines et ne peut donc expliquer l'absence de *P. jenkinsi* dans nos ruisseaux. Par contre, les températures hivernales, basses en limousin (6° C en moyenne avec une variation diurne de 2° C à 8° C) peuvent, en conjonction avec d'autres facteurs (qualité de l'eau, substrat, vitesse du courant...), constituer un frein naturel à la progression de *P. jenkinsi*. Leur étude fait l'objet de publications en cours de rédaction.

## Travaux cités

- Badie (A.) & Rondelaud (D.). 1982. — Influence du parasitisme sur la résistance de *Cionella lubrica* Müller à la température et à la dessiccation. *Ann. Rech. Vet.*, 13 : 61-67.
- Ginet (R.) & Mathieu (J.). 1968. — Comparaison des températures létales supérieures de *Nipharagus longicaudatus* (Crustacés Amphipodes, hypogés et épigés). *Ann. de Spéléol.*, 23 : 425-440.
- Lukanin (V.V.). 1978. — Particularités des réactions des Mollusques du genre *Littorina* à diverses combinaisons de température et de salinité. *Zoologicheskij Zhurnal*, 57 : 1319-1323.
- Senius (K.E.O.) & Lagterspetz (K.Y.H.). 1978. — Effects of calcium and magnesium on the thermal resistance of ciliary activity in the fresh water mussel *Anodonta*. *J. Thermal Biology*, 3 : 153-157.
- Smith (G.) & Wilson (R.A.). 1980. — Seasonal variations in the microclimate of *Lymnaea truncatula* habitats. *Journ. of Applied Ecology*, 17 : 329-342.
- Sturrock (R.F.). 1966. — The influence of temperature on the biology of *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss), an intermediate host of *Schistosoma mansoni*. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 60 : 100-105.
- Sturrock (R.F.) & Sturrock (B.M.). 1972. — The influence of temperature on the biology of *Biomphalaria glabrata* (Say), intermediate host of *Schistosoma mansoni* on St Lucia, West Indies. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 66 : 385-390.
- Sweeney (B.M.) & Hastings (J.W.). 1961. — Effects of temperature upon diurnal rhythms. *Cold. Spr. Harb. Symp. quant. Biol.* 1960. *Cold Spr. Harb. Symp. quant. Biol.* 1960, 25 : 87-104.
- Vareille-Morel (C.). 1981. — Contribution à l'étude de *Potamopyrgus jenkinsi* (E.A. Smith, 1889). I. Biotopes et progression actuelle du Prosobranch dans les bassins supérieurs de la Dronne et de son affluent L'Isle. *Ann. Stat. Biol. Besse-en-Chandesse*, 15 : 166-220.
- Vassiliades (G.). 1978. — Capacité de résistance à la sécheresse de la Limnée (*Limnaea natalensis*). Mollusque hôte intermédiaire de *Fasciola gigantica* au Sénégal. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 31 : 57-62.
- Vincent (M.). 1971. — Résistance thermique et teneur en sels des eaux chez des Gammarus épigés du Centre-Ouest. *C.R. Soc. Biol.*, 165 : 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 : 668.
- Vincent (M.). 1984. — Etude comparée des températures létales supérieures et du préférence thermique chez deux espèces d'Amphipodes épigés du Centre-Ouest. *Ann. de l'Univ. de Limoges* (sous-press).
- Wood (D.H.). 1978. — Temperature adaptation in the freshwater snail *Helisoma trivolvis* (Say) in an artificially heated reservoir in the southeastern United States. *J. therm. Biol.*, 3 : 187-194.
- Yacine-Kassab (M.). 1975. — Contribution à l'étude anatomique, biologique et écologique du Gastéropode Prosobranch *Potamopyrgus jenkinsi* (Smith). Thèse de 3<sup>e</sup> cycle : Université Sc. et Méd. de Grenoble.