



**HAL**  
open science

**LES VARIATIONS DE LA TENEUR EN CALCIUM  
TOTAL DE L'HÉMOLYMPHE CHEZ ASTACUS  
PALLIPES Lereboullet**

R. Sourie, C. Chaisemartin

► **To cite this version:**

R. Sourie, C. Chaisemartin. LES VARIATIONS DE LA TENEUR EN CALCIUM TOTAL DE L'HÉMOLYMPHE CHEZ ASTACUS PALLIPES Lereboullet. Vie et Milieu , 1961, pp.605-614. hal-02899800

**HAL Id: hal-02899800**

**<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02899800v1>**

Submitted on 15 Jul 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES VARIATIONS  
DE LA TENEUR EN CALCIUM TOTAL  
DE L'HÉMOLYMPHE  
CHEZ *ASTACUS PALLIPES* Lereboullet (1)

par R. SOURIE et C. CHAISEMARTIN

La biologie et l'écologie d'*Astacus pallipes* sont assez mal connues, vraisemblablement en raison des difficultés de son élevage en laboratoire et de la lenteur de sa croissance. Nos recherches écologiques sur les eaux courantes du Centre-Ouest nous ont conduits à reprendre systématiquement l'étude de cette Écrevisse et il nous a semblé que les questions relatives à l'économie du calcium méritaient de passer en priorité.

*Astacus pallipes* vit dans des eaux de minéralisation fort variable. Sur la bordure cristalline du Massif Central, les eaux limousines, où l'Écrevisse n'est point rare, sont pauvres en calcium : quelques milligrammes par litre, souvent moins de 5, rarement plus de 10 ou 15, dans les ruisseaux que nous avons explorés. En Poitou, la même espèce vit dans des eaux très calcaires contenant jusqu'à 80 ou 100 mg de calcium par litre, peut-être plus.

Cette première publication est consacrée aux variations de la teneur en calcium de l'hémolymphe. C'est donc un travail de caractère préliminaire; il nous a cependant révélé une complexité que nous ne soupçonnions pas. Les résultats des premiers dosages se sont montrés si divers qu'il a paru nécessaire d'éliminer l'un des facteurs possibles de variation : le milieu. L'idéal eût été de réaliser des élevages dans des conditions définies, mais, jusqu'ici, nos essais dans ce sens n'ont abouti qu'à des résultats très imparfaits. Force nous fut donc de revenir au milieu naturel; les pêches furent alors

---

(1) Reçu le 23 janvier 1960.

limitées à un seul ruisseau de la région de Limoges, le Limouret, au cours est-ouest d'une dizaine de kilomètres. Du début d'avril au 15 novembre 1960, toutes les captures ont été faites dans la même portion du cours. Au total, les mesures ont porté sur 239 individus des deux sexes. Le calcium de l'eau fut aussi périodiquement dosé. Malheureusement nos résultats numériques, groupés par périodes mensuelles et par tailles des individus (voir tableau général des résultats), ne sont pas également distribués, ce qui réduit très sensiblement le parti que l'on peut tirer de leur exploitation. Nous avons dû tenir compte de ce fait dans les interprétations proposées.

#### TECHNIQUE UTILISÉE.

La nécessité d'effectuer de nombreuses mesures nous obligeait à rechercher une technique rapide de dosage. Nous avons utilisé l'un des nombreux procédés de complexométrie en usage pour la détermination du calcium sanguin (1). Le calcium est chélaté par le complexe III à M/100 en présence d'un indicateur constitué par un mélange de calcéine et de thymophtaléine et en milieu suffisamment basique pour précipiter le magnésium à l'état d'hydroxyde. Le cuivre de l'hémocyanine, non déplacé par KCN habituellement utilisé pour complexer les métaux lourds, n'interfère donc pas.

Pour éviter les effets d'une saignée trop considérable — car nous tenions à conserver les individus en expérience — nous avons opéré sur des quantités d'hémolymphe de quelques dizaines de milligrammes seulement (1 ou 2 gouttes). Le liquide est extrait par ponction à travers une membrane articulaire à la base de l'une des grosses pinces. La goutte de solution sodique, ajoutée après la pesée, maintient le sang liquide. Le titrage est effectué au moyen d'une microburette à vis micrométrique capable de délivrer une fraction de mm<sup>3</sup> de solution. Les essais de contrôle nous ont montré que les résultats sont reproductibles à condition d'éviter la précipitation de l'hydroxyde de calcium; après l'addition de soude, il faut titrer immédiatement.

En ce qui concerne la précision du dosage, à l'échelle micro-analytique, on pourrait souhaiter mieux. L'erreur vient surtout de l'étalement du virage. En macroanalyse, l'erreur relative peut être nettement inférieure au 1/200. Sur les quantités courantes de calcium (de 0,05 à 0,1 mg) de nos prélèvements, elle reste acceptable :

---

(1) Voir à ce sujet DREUX, C. — Dosage complexométrique du calcium et du magnésium sur une même prise d'essai. *Ann. Biol. Clin.*, 1958, n° 11-12, 653-7.

Taux du calcium dans l'hémolymphe d'*Astacus pallipes*. — Résultats individuels, en microgrammes par gramme d'hémolymphe, groupés par quinzaines, tailles et sexes.

GROUPES	TAILLE en mm	AVRIL		MAI		JUIN		JUILLET		Août		SEPTEMBRE		OCTOBRE		NOVEMBRE	
VIII	105 à 99				682	700	692	704	701								
VII	88 à 82	705	712 *				728 *	706	710								
		582		586-592	588-587	596	599-602	588	579	589	592						
VI	73 à 68	637	632	624	626 *	660-658	656-652	650-638	632-630-628	630	629-631	622				628	
			546	539-548	550-557*-552	561-559	556*-544-550	538-549-541	550-555	562*	564	568*	502				
V	63 à 61		548	536-540	546-542	550-558-564*	559-568*-571	565*-562-558	556-*554	548	538	553	496		542	528-532	
		432	428-434	440-439-443	446-438-441	436-430	428-442	430-431	442	448	448	450	484		442	418	
IV	56 à 52	416	452	460-458	466	460-468-471	467-469-462	460-458-452	449-455-451	459-467-462	460	452	407-432-428	462-456	468-472	449-454	
		332	334-336-337	339-342	328-332	332-378	390-396*-389	380-394*-389	332-390-381	392-330				382	394	338-346	
III	48 à 45	330	346	352-358	352-358-348	362-359*	350-349	342-345-336	332-334	330-328-326	329-327-432	347		352	368-362	332-336	
			312	310-322	208-317	314-320	309-326	320	317					322	328	308	
II	40 à 38		290	305-297	298-292-295	295-291	298	301	289					294	302	295-298	
				285	283	288	285	282	286							282	
I	34 à 33			283	289	288-286	285	282	290					285	298	272	
					278	280	284		280				274		290	268	
Ca de l'eau en $\mu$ g par $cm^3$			3,43	3,87	5,44	7,62	7,21	6,45	6,01	5,61	5,22	6,41	5,2	4,8	4,2	3,9	
Température de l'eau			9°4	13°5	14°8	16°	17°6	15°5	16°2	15°8	16°						

Pour chaque groupe, la ligne supérieure se rapporte au sexe mâle, la ligne inférieure au sexe femelle. L'astérisque indique les individus venant de muer.



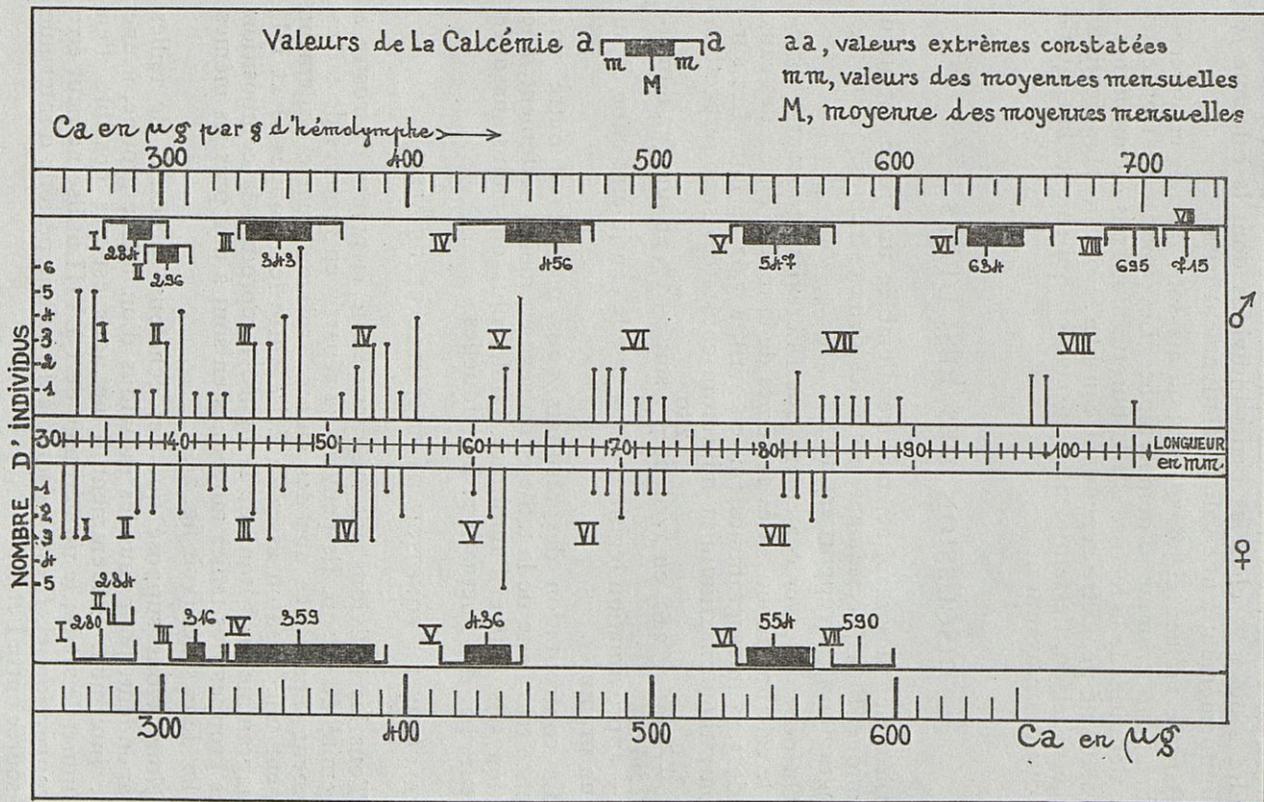


Fig. 1. — Groupes de tailles et taux du Ca correspondants, dans les deux sexes.

de l'ordre de 1 %, mais il ne faut pas dissimuler qu'elle pourrait atteindre 2 ou 3 % chez les petits individus dont la calcémie se tient uniformément à une valeur relativement basse.

Dans le tableau ci-joint, les résultats sont donnés en microgrammes par gramme d'hémolymphe. Les unités de troisième ordre, déduites de la lecture sur la burette n'ont pas été arrondies; leur valeur ne peut être cependant considérée comme significative. Pour cette raison, l'essentiel de la discussion qui suit ne fait intervenir que des moyennes.

## DISCUSSION DES RÉSULTATS

L'examen des résultats montre d'emblée une forte variation calcémique. Plus précisément, entre les deux extrêmes (270 et 730 microgrammes), le rapport est de 2,7.

On peut observer également que l'Écrevisse concentre fortement le calcium dissous. Les extrêmes de la teneur en Ca des eaux vont de 3,43 microgrammes/cm<sup>3</sup> en avril, à 7,62 en juin. Les sur-concentrations maximum et minimum constatées sont respectivement  $\frac{721}{3,4}$  soit  $\times 210$ , en avril, et  $\frac{280}{7,6}$  soit  $\times 37$ , en juin (en admettant — approximation légitime ici — que le centimètre cube d'eau pèse un gramme).

La confrontation des résultats nous montre en outre une influence très nette de la taille et du sexe et, moins nettement, une variation saisonnière d'amplitude faible, plus ou moins masquée d'ailleurs par des fluctuations individuelles.

### LA CALCÉMIE EN FONCTION DE LA TAILLE ET DU SEXE.

Tous les individus ont été mesurés de la pointe du rostre à l'extrémité du telson. Ils peuvent se répartir en groupes de tailles nettement séparés les uns des autres; trois ou quatre seulement occupent une position assez indécise entre les groupes II et III. Le diagramme en bâtons de la figure 1 reproduit la composition de ces groupes; les tailles moyennes en sont à peu près les mêmes dans les deux sexes (voir fig. 2).

Nous avons supposé que ces échelons successifs de tailles correspondent, pour tous les individus d'un même groupe, à une même intermue. Évidemment il ne nous est pas possible d'en déterminer le stade; le numérotage de I à VIII utilisé ne peut être que conventionnel. Il est vraisemblable qu'une période d'intermue a été sautée entre I et II.

Si l'on met à part les groupes extrêmes, pour lesquels les données individuelles sont peu nombreuses et les différences de l'ordre des erreurs expérimentales, on notera qu'à l'escalier des tailles correspond un bond calcémique très caractérisé. On remarquera de plus le retard relatif du sexe femelle dans cet accroissement; en gros, pour les classes II à VII, la calcémie femelle est au niveau de celle du stade mâle précédent. Ces différences sont-elles le signe de la non équivalence des stades dans les deux sexes, le rythme des mues n'étant pas le même? Il n'est pas possible d'en décider.

Afin de montrer de façon plus précise les variations de la calcémie en fonction de la taille, nous avons, pour les deux sexes,

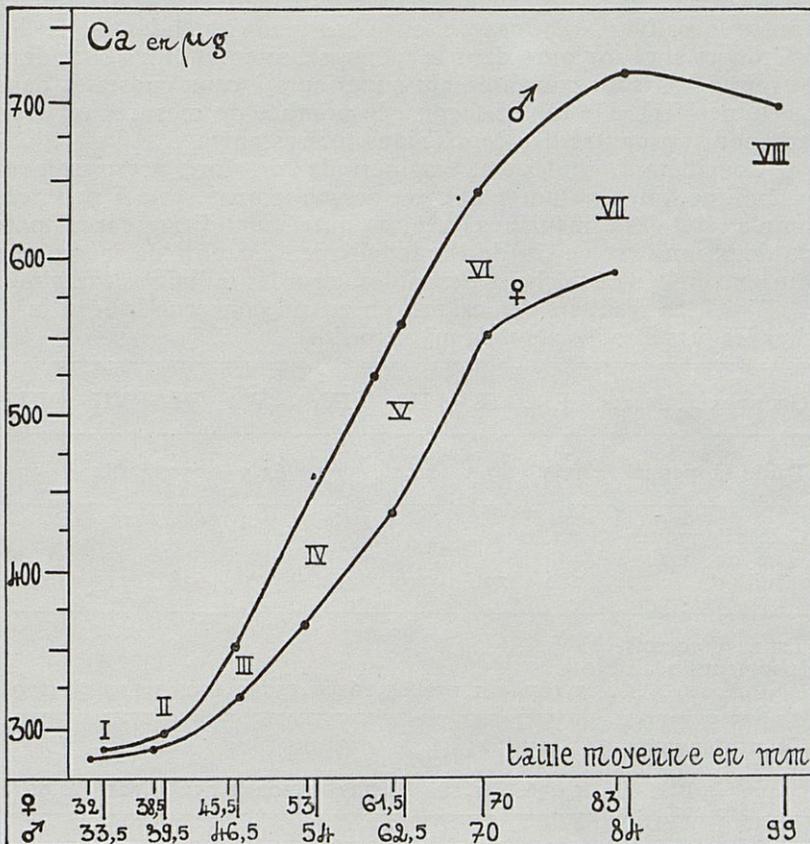


Fig. 2. — Taux du Ca en microgrammes par gramme d'hémolymphe (moyenne des moyennes par quinzaine de mai, juin, juillet) en fonction de la taille moyenne des groupes I à VIII.

représenté graphiquement cette variation, mais en ne tenant compte que de la période mai-juillet pour laquelle les données numériques sont les plus nombreuses (fig. 2). En ordonnées sont portées les moyennes arithmétiques des taux de Ca calculées sur les moyennes par quinzaine dans chaque groupe. Les deux courbes montrent l'existence de trois phases vraisemblablement liées à l'évolution physiologique normale. Le passage de la première à la seconde, caractérisée par une progression plus rapide de la calcémie, pourrait correspondre à la maturité sexuelle. Ce n'est là qu'une hypothèse; il faut remarquer toutefois que, dans nos ruisseaux limousins, on peut trouver des femelles de quatre à cinq centimètres chargées d'œufs. Notons enfin que la baisse du taux calcique dans le groupe VIII, chez le mâle, est si faible qu'elle s'inclut souvent dans les erreurs possibles de dosage; on observera cependant que les différences sont toujours dans le même sens; en effet les taux dans le groupe VII sont constamment supérieurs à ceux constatés dans le groupe VIII. De toutes façons, le nombre de mesures est trop petit pour permettre des conclusions intéressantes.

Considérant seulement la période de fort accroissement calcémique, on peut noter que cet accroissement varie à peu près comme celui des dimensions linéaires, autrement dit, que le rapport des deux taux est voisin de l'unité. Il n'en est plus de même aux deux extrémités de l'échelle des tailles, pour les individus examinés.

Voici les résultats des calculs en ce qui concerne le sexe mâle (chez les femelles, ils sont du même ordre).

Groupes . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Taille moyenne .	33,5	39,5	46,5	54	62,5	70	84	99
Calcémie moyenne de mai à juillet . . . . .	286	296	349	461	554	638	715	696
Taux d'accroissement linéaire = A . . . . .	1,180	1,177	1,161	1,157	1,120	1,120	1,179	
Taux d'augmentation calcémique = B . . . . .	1,036	1,180	1,321	1,202	1,152	1,121	0,973	
$\frac{B}{A}$ . . . . .	0,878	1,003	1,140	1,040	1,030	0,934	0,825	

Pour les groupes II à VI, on peut penser que la signification du rapport B/A s'exprime par des relations biologiques simples.

VARIATION SAISONNIÈRE DE LA CALCÉMIE. INFLUENCE DE LA MUE.

Nous laisserons de côté le cas des groupes extrêmes pour lesquels les données sont trop fragmentaires.

Pour les groupes III à VI, la figure 3 représente les variations de la moyenne mensuelle de la calcémie, du 15 avril au 15 novembre, de part et d'autre de la moyenne générale pour la même période (droite MM).

Dans tous les groupes (sauf le III femelle insuffisamment fourni) on note un maximum, printanier ou estival, suivi d'un minimum plus ou moins accusé. En valeur absolue, l'amplitude des variations va de 20 à 40 microgrammes, quantités dosables par le procédé utilisé. Elle ne semble pas liée à l'échelle des tailles; autrement dit, atteignant des valeurs du même ordre dans les divers groupes, elle augmente en valeur relative quand la taille diminue. Dans le sexe mâle, cette variation relative est de 4 à 8 %; chez la femelle elle est plus irrégulière.

On pourrait penser que cette variation est en rapport avec la minéralisation, également variable, de l'eau. En fait, c'est peu probable. Si un minimum relatif de la calcémie coïncide bien avec la période de dilution printanière des eaux et si le maximum estival s'accompagne d'une hausse calcique dans l'hémolymphe, l'examen des résultats individuels ne montre aucune relation suivie entre les deux variations. Beaucoup plus vraisemblable est la liaison de ce rythme saisonnier avec la mue.

Nous avons observé des individus en mue d'avril à septembre. Une femelle de grande taille a mué en mai, contrairement à une opinion assez répandue selon laquelle les femelles adultes ne muent qu'une fois, à la fin de l'été. Néanmoins, dans l'ensemble, la période du maximum se situe en juin-juillet, époque du maximum calcémique chez tous les groupes étudiés.

A vrai dire, l'examen du tableau général des résultats n'indique pas un accroissement bien caractéristique de la calcémie chez les Écrevisses molles (marquées d'un astérisque); c'est qu'à la prémue, on le sait, le taux de Ca croît déjà, alors que ce stade est indiscernable pour nous, dans la nature; de plus les fluctuations individuelles peuvent masquer cet accroissement : deux individus de mêmes sexe et taille peuvent muer avec des taux calciques assez différents.

L'argument principal qui nous a conduits à admettre l'intervention prépondérante de la mue dans la variation saisonnière de la calcémie — outre les faits déjà connus à ce sujet chez d'autres espèces — vient des résultats obtenus en élevage.

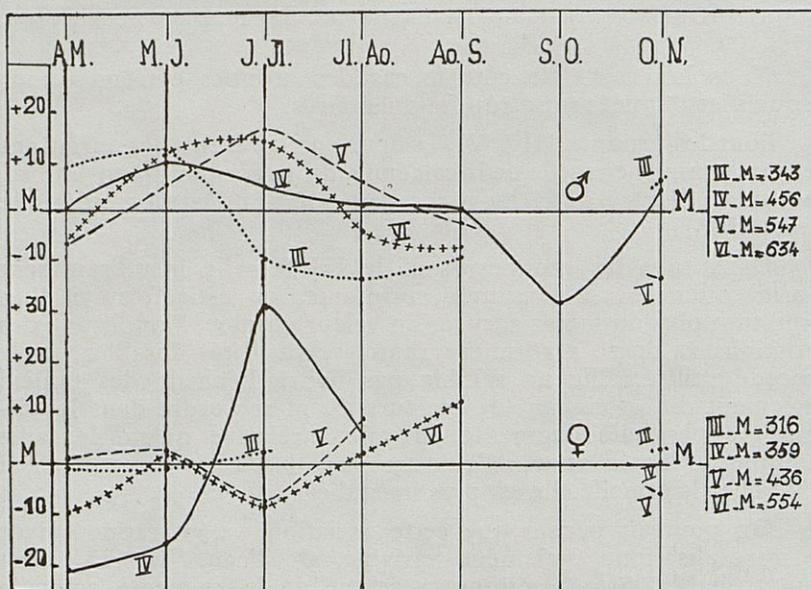


Fig. 3. — Variation des moyennes mensuelles de la calcémie, du 15 avril au 15 novembre pour les groupes III à VI, dans les deux sexes. La droite MM représentée, pour chaque groupe, la valeur moyenne de la calcémie pendant la même période (moyenne des moyennes mensuelles).

En laboratoire, nous n'avons pu jusqu'ici maintenir les Écrevisses dans un état normal. Elles survivent quelques semaines ou quelques mois mais s'alimentent mal. Leur dénutrition se manifeste, en particulier, par une baisse continue de la calcémie, très au-dessous du taux initial. Toutefois, si la mue se produit — et c'est fréquent — on observe régulièrement une élévation passagère, mais très marquée, du taux calcémique, jusqu'à une valeur voisine du maximum constaté dans la nature, chez les individus de mêmes taille et sexe. Voici un seul exemple, nous pourrions en citer beaucoup d'autres, se rapportant à un mâle de 73 mm.

Calcémie en mai : 624, en juin : 442, en juillet : 330.

Mue au début de juin; calcémie : 668.

Calcémie moyenne de juin pour le groupe : 656.

La position variable du maximum, suivant le groupe considéré, pourrait s'expliquer par le décalage des périodes de mues. Il semble bien, par exemple, que les petits individus muent les premiers.

## RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le taux du calcium de l'hémolymph, déterminé sur deux cent trente neuf Écrevisses à pieds blancs de même provenance, varie, suivant les individus, dans la proportion de 1 à 2,7. Les variations sont en relation principalement avec la taille, le sexe, la période de mue.

1° La calcémie croît avec les dimensions linéaires et approximativement comme elles, du moins entre certaines limites de tailles (40 à 85 mm environ).

2° Régulièrement, la calcémie dans le sexe femelle se maintient à une valeur inférieure à celle des mâles de même taille.

3° Pour un même sexe et dans un même groupe de tailles, les variations sont faibles (moins de 10 % en moyenne); un rythme saisonnier n'en existe pas moins dont le maximum est en relation probable avec les époques de mues.

Les grandes variations de la calcémie chez *Astacus pallipes* et la multiplicité de leurs causes nous amènent à considérer qu'il est préférable, pour étudier l'économie du calcium chez cette espèce, de travailler sur des individus suivis au cours de leur croissance, plutôt que sur des populations, ce qui implique la réalisation d'élevages dans des conditions déterminées.

Cette opinion pourrait trouver une justification supplémentaire dans les résultats de quelques dosages effectués sur la même Écrevisse capturée, cette fois, en bas Limousin (mais dans des eaux dont la minéralisation est voisine de celle du Limouret). S'il n'est pas possible de tirer d'un nombre aussi réduit de mesures des conclusions précises, il semble cependant que les taux calcémiques puissent s'établir, par tailles et sexes, à des valeurs assez différentes de celles précédemment mesurées.

*Collège scientifique universitaire de Limoges*

