

INTENSITE DU METABOLISME ET GLANDE SINUSAIRE CHEZ ERIOCHEIR SINENSIS. H. M. Edw. (1)

par

A. G. BAUCHAU

Laboratoire de Zoophysiologie. Université de Louvain.

INTRODUCTION.

La glande sinusaire fut découverte par HANSTRÖM dans le pédoncule oculaire des crustacés en 1933. Depuis lors, de nombreuses recherches ont montré le rôle de cette formation endocrine dans un grand nombre de processus physiologiques : elle intervient dans la migration des pigments à l'intérieur des chromatophores ; elle exerce une forte inhibition sur la croissance ; elle possède des propriétés hyperglycémiantes ; les chercheurs discutent pour savoir s'il faut lui attribuer également un rôle dans la régulation de l'activité locomotrice (BROWN, 1944 ; HANSTRÖM, 1947 ; PARKER, 1948).

Enfin SCUDAMORE (1947) semble avoir récemment mis en évidence que la glande sinusaire influençait le métabolisme de repos d'un écrevisse, *Cambarus immunis*. Une augmentation rapide de la consommation d'oxygène, atteignant 53 % en moyenne, suit l'ablation des pédoncules oculaires ; toutefois l'enlèvement des glandes seules n'entraîne qu'une augmentation de 13 %.

L'injection d'extrait diminue la consommation d'oxygène de 16,2 %.

Dans ces expériences, SCUDAMORE isole les écrevisses dans des ballons de 500 cc, maintenus à température constante (20°). L'oxygène dissous est dosé avant et après l'expérience.

On ne voit pas comment ce dispositif permet d'éviter les anomalies dues aux mouvements de l'animal ; de la, peut-être,

(1) Communication présentée à la séance du 20 Mars 1948.

les irrégularités relevées par SCUDAMORE : en 1940-41-42, il trouve des résultats inverses de ceux qu'il avait obtenus en 1939. Il impute ce changement à une technique plus raffinée et prend soin en particulier d'adapter l'animal au ballon pendant trois jours. Ces précautions, si elles diminuent les chances de mouvements de la part de l'écrevisse, ne les éliminent pas et exposent donc à des évaluations erronées.

Nous nous sommes proposés d'étudier le rôle de l'hormone sinusaire dans l'intensité du métabolisme chez *Eriocheir Sinensis*, non seulement en vue de préciser son rôle mais aussi afin de nous rendre compte si l'effet métabolique observé chez un Macroure se retrouve chez un Brachyoure. La recherche s'imposait d'autant plus que l'hormone sinusaire semble avoir une influence de sens opposé sur les chromatophores des deux groupes (PARKER, 1948).

Matériel et Méthodes.

Le crabe étudié est logé dans un récipient de volume aussi réduit que possible (variable avec la taille). Une eau saturée d'air passe lentement sur lui. Le débit est d'environ 500 cc/h. Elle s'accumule dans un réservoir d'un demi-litre, dont elle chasse en même temps la paraffine liquide qui y est contenue. Cette paraffine joue un double rôle : empêcher la diffusion de l'oxygène atmosphérique dans l'eau stockée dans le réservoir, de plus, en se déversant par un trop plein dans une éprouvette graduée, elle permet de mesurer la quantité d'eau utilisée au cours d'une expérience. La différence entre les concentrations d'oxygène au début et à la fin de l'expérience permet de déterminer la valeur du métabolisme de repos. Si la crabe remue, un robinet à trois voies permet en effet, sans modifier le débit de l'appareil, d'évacuer l'eau qui passe à ce moment et d'attendre que l'animal soit revenu à son métabolisme de repos ; l'eau ainsi écartée ne sera donc pas utilisée pour les dosages (BORGERS, 1943).

Dans les dosages d'oxygène, nous avons utilisé la méthode de WINKLER adaptée par KROGH (1935) à des volumes réduits, grâce à une seringue spéciale. Celle-ci assure une grande précision dans le prélèvement d'échantillons d'eau (10 cc) et évite en même temps toute diffusion de l'oxygène de l'air au cours du dosage.

Cette méthode atteint une précision de 0,007 cc O_2 par litre.

Nos mesures ont porté sur *Eriocheir Sinensis*, un crabe brachyoure, de la famille des Grapsidées. La taille est exprimée en millimètres, elle représente la largeur maximale du céphalothorax.

Plusieurs déterminations préalables permettaient de s'assurer de la stabilité du métabolisme de repos du crabe étudié. Après quoi, les pédoncules oculaires étaient enlevés ; deux jours après cette opération, les mesures étaient reprises. Les crabes n'étaient pas nourris pendant la durée des expériences. SCUDAMORE (1947) arrêtait ses mesures 4 jours au plus après l'ablation des pédoncules ; nous avons préféré les poursuivre pendant plus longtemps pour bien nous assurer de la persistance des effets constatés.

Pour les calculs statistiques nous nous sommes servis des données fournies par SIMPSON et ROE (1939).

Résultats.

A. Expériences d'ablation de la glande.

Dans une première série d'expériences, nous avons comparé le métabolisme de repos des crabes, avant et après l'ablation des pédoncules oculaires. Les résultats expérimentaux, groupés dans le tableau suivant sont exprimés en O_2 cc/heure, pour chaque animal.

Intensité du métabolisme de repos chez *Eriochetis Sinen-sis*, $t^{\circ} 16^{\circ}$.

Sexe-Taille	Méta. Repos avant ablat. O_2 cc/h.	Méta. Repos après ablat. O_2 cc/h.	Nombre j. après ablat.
♀ 34 mm	0,656 0,663 0,665 0,685 0,719	0,677 $\sigma = 0,023$ $\sigma_m = 0,01$	1,27 1,22 (+ 79 %)
♀ 35 mm	0,469 0,491 0,512 0,569 0,587	0,525 $\sigma = 0,045$ $\sigma_m = 0,02$	0,763 0,797 0,896 0,897 (+ 70,8 %)
♂ 35 mm	0,525 0,578 0,595 0,625 0,637	0,592 $\sigma = 0,039$ $\sigma_m = 0,017$	1,21 1,29 1,24 (+ 109 %)
♂ 44 mm	0,906 0,977 0,997	0,960 $\sigma = 0,039$ $\sigma_m = 0,02$	1,38 1,53 1,50 (+ 56,2 %)
♂ 49 mm	0,938 0,980 1,067	0,995 $\sigma = 0,053$ $\sigma_m = 0,033$	1,50 (+ 50,7 %)

La consommation d'oxygène augmente rapidement pendant les premiers jours qui suivent l'ablation. Elle peut aller jusqu'à doubler la valeur initiale ; elle semble plus importante pour les animaux de 3-4 cm que pour ceux de 4-5 cm. Les différences constatées dans les pourcentages d'augmentation sont dues vraisemblablement à des états de préparation de mue inégaux, entre les animaux observés.

On pourrait objecter que le procédé utilisé, à savoir l'excision des pédoncules, est somme toute assez brutal et risque d'entrainer une excitation nerveuse, responsable en partie tout au moins, de l'augmentation constatée.

Nous avons coupé une antenne sans observer la moindre augmentation chez le crabe opéré.

♀ 38 mm Méta. Rep. 0,829 O_2 cc/h. 1 j. après sect. de l'ant. : 0,827 O_2 cc/h.

L'ablation d'un seul pédoncule n'amène pas non plus d'augmentation pendant plusieurs jours ; après 5 jours, nous avons relevé une augmentation de 25 % environ.

♀ 34 mm Méta. Rep.: 0,677 O_2 cc/h. 3 j. apr. ablat. de 1 péd.: 0,643 O_2 cc/h.
0,660
5 j. apr. ablat. de 1 péd.: 0,822
7 j. apr. ablat. de 1 péd.: 0,826
0,828 (+25%)

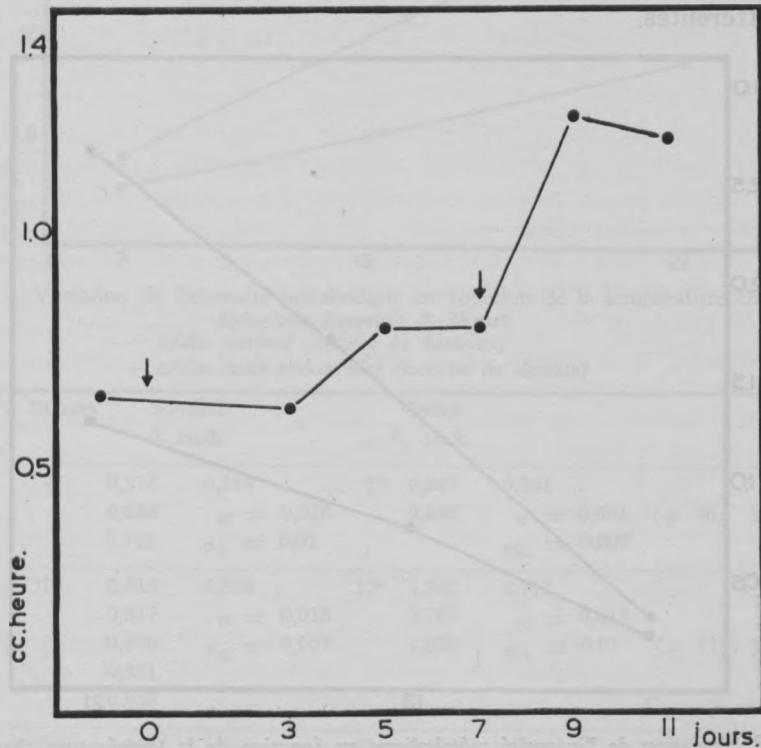


Fig. 1. Variation de l'intensité métabolique d'*Eriocheir Sinensis* ♀ 34 mm
après ablation d'un pédoncule (première flèche)
après ablation des 2 pédoncules (deuxième flèche)

Cette augmentation est due sans doute à l'insuffisance de la sécrétion d'une seule glande sinusaire (fig. 1).

Une montée rapide de l'intensité métabolique suit en effet l'ablation du second pédoncule.

♀ 34 mm 2 j. après ablation du 2^e pédoncule : 1,27 O₂ cc/h.
4 j. après ablation du 2^e pédoncule : 1,22 (+ 79 %).

Ces résultats établissent que chez les Brachyoures comme chez les Macroures, la glande sinusaire réduit les dépenses énergétiques de l'organisme.

Ce fait s'accorde bien avec l'action inhibante l'hormone sinusaire sur la fréquence des mues et le taux de croissance qui les accompagne.

Nous nous sommes alors demandés comment l'effet de l'ablation de la glande se manifesteraient à des températures différentes.

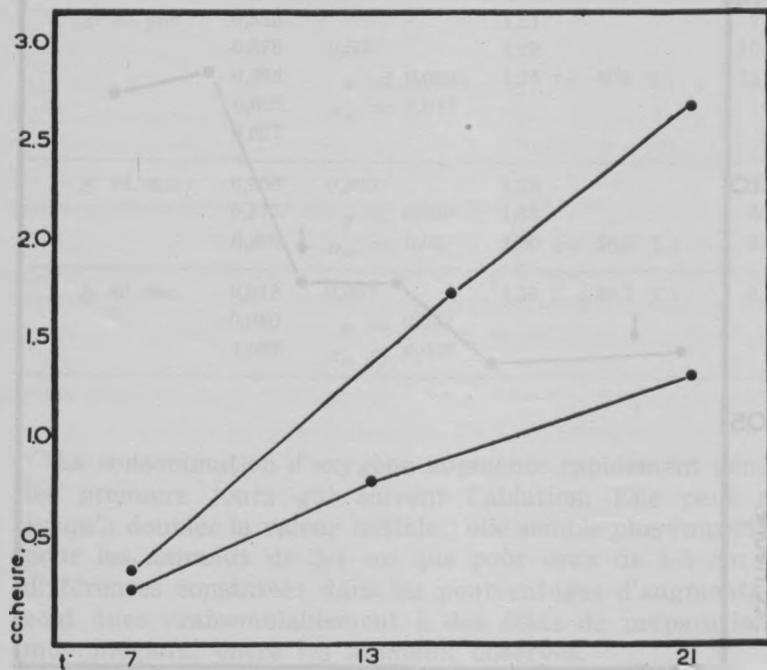


Fig. 2. Variation de l'intensité métabolique en fonction de la température chez *Eriocheir Sinensis* ♀ 38 mm.
 — crabe normal (courbe de dessous)
 — crabe sans pédoncules (courbe de dessus)

Dans ce but, un même animal était placé successivement à trois températures différentes (7° - 13° - 21°) ; après quelques jours, son métabolisme de repos était mesuré. Les deux pédoncules oculaires lui étaient alors enlevés, et le même individu repassait à nouveau par les trois températures précédentes. Deux expériences de ce genre ont été faites ; leurs résultats sont groupés ci-dessous (fig. 2-3).

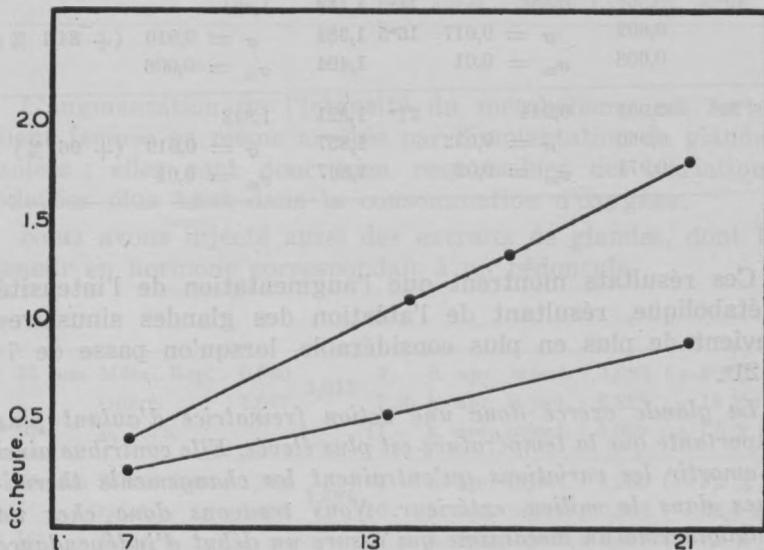


Fig. 3. Variation de l'intensité métabolique en fonction de la température chez *Eriocheir Sinensis* ♂ 35 mm.
— crab normal (courbe de dessous)
— crab sans pédoncules (courbe de dessus)

♀ 38 mm	Normal			Opéré		
	O_2 cc/h.			O_2 cc/h.		
7°	0,271	0,288		0,387	0,391	
	0,282		$\sigma = 0,016$	0,395		$\sigma = 0,004 (+ 36,7 \%)$
	0,312		$\sigma_m = 0,01$		0,391	$\sigma_m = 0,002$
13°	0,813	0,829		1,762	1,777	
	0,817		$\sigma = 0,015$	1,767		$\sigma = 0,018$
	0,826		$\sigma_m = 0,007$	1,803		$\sigma_m = 0,01 (+ 71,3 \%)$
	0,831					
21°	0,858					
	1,301	1,349		2,689	2,710	
	1,365		$\sigma = 0,034$	2,693		$\sigma = 0,027 (+ 101 \%)$
	1,380		$\sigma_m = 0,02$	2,750		$\sigma_m = 0,017$

♂ 35 mm	Normal			Opéré		
	O ₂ cc/h.		O ₂ cc/h.	O ₂ cc/h.		O ₂ cc/h.
7°	0,261	0,304		7°	0,457	0,457
	0,317	$\sigma = 0,030$			0,457	$\sigma = 0,000$ (+ 50 %)
	0,333	$\sigma_m = 0,018$				$\sigma_m = 0,000$
13°5	0,567	0,592	14°	1,158	1,394	
	0,602	$\sigma = 0,017$	16°5	1,384	$\sigma = 0,010$	(+ 84,1 %)
	0,608	$\sigma_m = 0,01$		1,404	$\sigma_m = 0,006$	
21°	0,901	0,944	21°	1,821	1,848	
	0,960	$\sigma = 0,032$		1,857	$\sigma = 0,019$	(+ 96 %)
	0,971	$\sigma_m = 0,02$		1,867	$\sigma_m = 0,01$	

Ces résultats montrent que l'augmentation de l'intensité métabolique, résultant de l'ablation des glandes sinusoïdales devient de plus en plus considérable, lorsqu'on passe de 7° à 21°.

La glande exerce donc une action freinatrice d'autant plus importante que la température est plus élevée. Elle contribue ainsi à amortir les variations qu'entraînent les changements thermiques dans le milieu extérieur. Nous trouvons donc chez un poikilotherme un mécanisme qui assure un début d'indépendance vis-à-vis de la température.

EDWARDS et IRVING (1943a-b ; 1946) avaient remarqué l'existence d'une influence de la température et de la saison sur l'intensité de métabolisme de quelques invertébrés, sans préciser toutefois le mécanisme mis en jeu. Nos expériences semblent indiquer que la glande sinusoïdale chez les crustacés, joue un rôle dans ces phénomènes.

B. Expériences de greffe de la glande et d'injection d'extraits.

Pour bien établir l'identité entre le facteur responsable des faits constatés et la glande sinusoïdale, il fallait toutefois encore instituer une contre-épreuve. Nous avons implanté sous la carapace de deux crabes des glandes isolées ; en même temps, leurs pédoncules oculaires étaient enlevés, et le métabolisme de repos était comparé pendant plusieurs jours avec sa valeur normale.

♂ 32 mm Méta. Rep. : 0,705	3 j. après greffe : 0,806 (+ 9,6 %)
0,716 0,735	6 j. après greffe : 0,948 (+ 28 %)
t° 16° 0 ₂ cc/h. 0,785	7 j. après greffe : 1,033 (+ 40,3 %)
	10 j. après greffe : 1,050 (+ 42,8 %)
♂ 45 mm Méta. Rep. : 1,154	1 j. après greffe : 1,011 (- 1,8 %)
t° 16° 0 ₂ cc/h. 1,209	4 j. après greffe : 1,139 (+ 0,7 %)
1,131	6 j. après greffe : 1,197 (+ 6 %)

L'augmentation de l'intensité du métabolisme est fortement freinée ou même arrêtée par l'implantation de glandes isolées ; elles sont donc bien responsables des variations relevées plus haut dans la consommation d'oxygène.

Nous avons injecté aussi des extraits de glandes, dont la teneur en hormone correspondait à un pédoncule.

♂ 31 mm Méta. Rep. : 0,980	3 h. apr. inject. : 1,081 (+ 6 %)
Opéré. 1,047	7,30 h. apr. inject. : 0,828 (- 18 %)
t° 16° 0 ₂ cc/h.	11 h. apr. inject. : 1,029 (+ 1,5 %)
♂ 35 mm Méta. Rep. : 1,384	4 h. apr. inject. : 1,266 (- 9,2 %)
Opéré. 1,404	10 h. apr. inject. : 0,858 (- 38,4 %)
t° 16° 0 ₂ cc/h.	20 h. apr. inject. : 1,497 (+ 7,3 %)
♀ 32 mm Méta. Rep. : 1,014	3,30 h. apr. inject. : 1,014 (- 0,3 %)
Opéré. 1,025	7 h. apr. inject. : 0,881 (- 13,4 %)
t° 16° 0 ₂ cc/h.	10 h. apr. inject. : 1,024 (+ 0,5 %)

La diminution dans l'intensité métabolique qui suit une injection est faible par rapport à l'augmentation qu'entraîne l'ablation. La baisse plus considérable (-38,4 %) observée au cours de la troisième expérience résulte sans doute du fait que le crabe devait muer quelques jours plus tard. Son métabolisme était donc plus élevé. La raison de cette diminution peu importante n'apparaît pas.

C. Recherche du mode d'action de l'hormone.

Comment expliquer l'augmentation de l'intensité métabolique qui suit l'ablation des pédoncules ?

Nous nous sommes demandés d'abord si l'hormone sinusaire n'agissait pas directement sur le métabolisme des tissus. Nous avons choisi des fragments d'hépato-pancréas et des morceaux dissociés de muscles ; ils baignaient dans la solution physiologique pour crustacés d'eau douce de VAN HARREVELD (1936).

La consommation d'oxygène de ces échantillons était suivie au manomètre de WARBURG. Nous n'avons pas trouvé de différence appréciable entre la respiration des tissus auxquels avaient été ajoutés des extraits sinusaires et d'autres sans extraits. L'hormone étudiée n'agit donc pas directement sur les tissus eux-mêmes.

Une autre cause possible de l'augmentation constatée pouvait être une hydratation plus prononcée des tissus (SCHLIEPER, 1935) en l'absence de l'hormone. Nous avons mesuré le degré d'hydratation des muscles de 7 crabes, avant et après l'ablation des pédoncules oculaires.

Les tissus prélevés étaient pesés, mis pendant 24 h. à l'étuve à 110°, puis, après refroidissement, pesés à nouveau.

Les chiffres du tableau ci-dessous expriment l'hydratation en fonction du poids frais.

Sexe-Taille	Hydratation avant ablation	Hydratation après ablation	Nombre jours après ablat.
♂ 32,5 mm	77,39 %	75,88 %	3
♀ 33,8 mm	76,6 %	75,88 %	3
		76,81 %	5 1/2
♂ 34 mm	78,17 %	76,35 %	3
		83,2 %	15
			(quelq. h., après mue)
♀ 47 mm	76,91 %	76,27 %	3
		77,07 %	10
♂ 48 mm	78,47 %	76,97 %	3
		78,13 %	10
♀ 51 mm	78,38 %	78,55 %	3
		78,44 %	10
♀ 53 mm	81,28 %	80,78 %	3
	a mué depuis quelques jours	79,38 %	10

L'hydratation des tissus musculaires ne varie guère après l'ablation, elle diminue même légèrement les premiers jours qui la suivent ; elle ne saurait être responsable des changements constatés plus haut dans l'intensité du métabolisme de repos.

Le dernier crabe du tableau précédent (♀ 53 mm) avait mué depuis une huitaine de jours ; l'ablation des pédoncules n'a pas empêché le degré d'hydratation des tissus de baisser régulièrement.

De plus, l'entrée d'eau dans les tissus ne semble s'effectuer qu'au moment même de la mue, comme l'indique les mesures suivantes :

♀ 33,8 mm	76,67 % av. ablat.	75,88 % apr. ablat. (3 j.)
	76,81 % apr. ablat. (5 j. 1/2) quelq. h. av. mue	
	83,2 % apr. ablat. (5 j. 1/2) quelq. h. apr. mue	

Cet ensemble de faits écartent l'hypothèse d'une montée de l'intensité métabolique à la suite d'une hydratation tissulaire plus prononcée.

La cause la plus probable de cette augmentation semble devoir être une recrudescence de l'activité cellulaire. Une fois écartée l'inhibition exercée par la glande sinusaire sur les phénomènes de croissance, la multiplication cellulaire doit se trouver stimulée, de même que l'ensemble des activités physiologiques qui accompagnent la mue : mise en réserve de certaines substances dans l'hépato-pancréas, résorption d'éléments inorganiques et organiques du squelette interne et externe, édification aussi de la nouvelle crapace. Ces différentes activités exigent un rapport d'énergie considérable et justifient sans doute le métabolisme élevé des crabes privés de leurs pédoncules oculaires.

RESUME ET CONCLUSIONS.

L'étude de l'intensité métabolique d'*Eriocheir Sinensis* montre que la glande sinusaire contribue à réduire les dépenses énergétiques de l'organisme. L'ablation des pédoncules amène une augmentation rapide de la consommation d'oxygène ; celle-ci varie entre 50 et 60 % chez les crabes de 4 cm et dépasse 70 % chez ceux de 3 cm.

Des greffes de glandes isolées confirment que c'est bien l'hormone sinusaire qui est responsable de ces changements ; l'injection d'extraits de glande ne provoque cependant pas un abaissement de l'intensité métabolique en rapport avec l'augmentation considérable qui suit l'ablation.

La comparaison entre les intensités du métabolisme chez des individus normaux puis opérés, gardés à des températures différentes (7°-13°-21°) montre que le pourcentage d'augmentation dans la consommation d'oxygène s'accroît en même temps que la température. Ces faits dénotent que la glande atténue les conséquences des variations de température du milieu, sur la physiologie d'un poikilotherme.

Nous avons cherché à préciser le mécanisme d'action de l'hormone sinusaire. Des mesures faites au manomètre de WARBURG ne révèlent aucune action directe sur la respiration des tissus.

D'autre part, le degré d'hydratation des tissus n'augmente pas après l'ablation il ne peut être invoqué par conséquent comme cause de l'augmentation du métabolisme de repos. Celle-ci résulte sans doute d'une stimulation des phénomènes de croissance.

Ces expériences montrent qu'au point de vue du métabolisme les Brachyoures réagissent comme les Macroures à l'égard de l'hormone sinusaire, alors que les chromatophores de ces groupes de crustacés se comportent de manière tout à fait différente en présence de l'hormone (PARKER, 1948).

La similitude des réactions métaboliques plaident en faveur d'une distinction radicale des systèmes chromatophoriques chez les Brachyoures et les Macroures et pour une identité des hormones sinusaire secrétées de part et d'autre.

Nous remercions très sincèrement Monsieur le Professeur

H. J. Koch, qui nous a constamment dirigé au cours de nos recherches.

Nous tenons aussi à remercier Monsieur W. Vanden bergh, Directeur de la Société Royale de Zoologie d'Anvers, pour l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu nous fournir gracieusement les crabes chinois nécessaires à nos expériences.

BIBLIOGRAPHIE.

- BORGERS, J. : 1943. *Osmoregulation en Métabolisme*. Thèse. Univ. Louvain. (Inédit).
- BROWN, F. A. Jr. : 1944. *Hormones in crustacea. Their sources and activities*. Quart. Rev. Biol. XIX, 32-46 et 118-143.
- EDWARDS, G. A.-IRVING, L. : 1943a. *The Influence of Temperature and Season upon the Oxygen Consumption of the Sand Crab EMERITA TALPOIDA*. SAY. Jrnal. Cell. Comp. Physiol., XXI, 169-182.
- 1943b. *The Influence of Temperature and Season upon the Oxygen Consumption of the Beach Flea TALORCHESTIA MEGALOPHTALMA*. Jrnal. Cell. Comp. Physiol., XXI, 183-189.
1946. *The Influence of Temperature upon the Oxygen Consumption of several Arthropods*. Jrnal. Cell. Comp. Physiol., XXVII.
- HANSTRÖM, B. : 1947. *Three principal Incretory Organs in the animal Kingdom*. Munksgaard, Copenhagen.
- KROGH, A. : 1935. *Precise determination of Oxygen in Water by Syringe Pipette*. Indust. and Eng. Chem., VII, 131.
- PARKER, G. H. : 1948. *Animal Color Change and their Neurohumors*. Cambridge.
- SCHLIEPER, C. : 1935. *Neuere Ergebnisse und Probleme aus dem Gebiet der Osmoregulation Wasserlebenden Tiere*. Biolog. Rev., X, 334-360.
- SCUDAMORE, H. H. : 1947. *The Influence of the Sinusland upon Molting and Associated Changes in the Crayfish*. Physiol. Zool., XX, 187-208.
- SIMPSON, C.-C.-ROE, A. : 1939. *Quantitative Zoology*. Mc Graw Hill, Londres.
- VAN HARREVELD, A. : 1936. *A physiological Solution for Fresh Water Crustaceans*. Proc. Soc. Exper. Biol. Med., XXXIV, 428-432.