

LE MILIEU INTÉRIEUR  
D'*ERIOCHEIR SINENSIS* H. MILNE-EDWARDS  
ET SES VARIATIONS.

II. - ÉTUDE EXPÉRIMENTALE.

par

Monique De Leersnyder

Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences de Lille (1).

Résumé

Le milieu intérieur et l'excrétion urinaire d'*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards sont étudiés dans des conditions expérimentales, en fonction de certains facteurs externes : salinité, concentrations ioniques du milieu extérieur, et internes : stade d'intermue, état de maturité sexuelle, taille, présence ou absence des pédoncules oculaires.

La régulation osmotique et ionique du milieu intérieur de l'*Eriocheir* est précisée ; une excrétion abondante de magnésium et une rétention importante de sodium dans l'urine sont mises en évidence au cours de la régulation hypotomotique.

Des variations de l'abaissement cryoscopique et de la teneur en chlore de l'hémolymphe sont démontrées en fonction du stade d'intermue et de la taille des animaux ; ces variations ne semblent toutefois pas à l'origine du comportement migratoire des crabes. Une augmentation de la diurèse est observée après l'ablation des pédoncules oculaires.

L'étude du milieu intérieur d'*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards, effectuée sur des individus soumis à des conditions naturelles, met en évidence des variations en fonction du stade d'intermue, du sexe et de certains facteurs externes : salinité et température. Elle ne montre pas de variations avec la taille et le comportement migratoire des crabes (De Leersnyder, 1967). Nous nous sommes proposés de compléter et de vérifier les résultats obtenus sur les crabes sacrifiés dans la nature en étudiant les variations du milieu intérieur d'*E. sinensis*, en fonction de certains facteurs externes et internes sur des crabes soumis à des conditions expérimentales. L'étude de l'excrétion urinaire a été effectuée parallèlement à celle du milieu intérieur afin de préciser le rôle des organes excréteurs dans la régulation ionique.

L'influence de deux facteurs externes (salinité, concentration des différents ions) sur la composition du milieu intérieur et sur l'excré-

---

(1) B.P. 36 - 59 - Lille-Distribution.

tion urinaire a été étudiée. Parmi les facteurs internes, nous avons envisagé l'influence du stade d'intermue, de l'état de maturité sexuelle et de la taille des animaux sur la concentration totale en substances osmotiquement actives (mesurée par l'abaissement cryoscopique) et sur la teneur en chlore de l'hémolymphé. L'action endocrine des pédoncules oculaires sur l'adaptation osmotique, la composition minérale du sérum et de l'urine et sur le débit urinaire des crabes a été étudiée.

### I. - MATÉRIEL ET MÉTHODES.

Nos expériences portent sur trois catégories d'animaux : 1) des adultes capturés en octobre 1964, dans les étangs de la région d'Emden, à proximité de l'estuaire de l'Ems, en Allemagne ; 2) des crabes prépubères capturés en juin 1964, dans l'Ems, au barrage d'Herbrum près de Dörpen ; 3) des individus juvéniles capturés au barrage d'Herbrum en juin 1965.

L'influence des facteurs externes et celle des pédoncules oculaires sur le milieu intérieur est étudiée sur des crabes maintenus en eau confinée, renouvelée deux fois par jour. L'eau douce utilisée dans nos expériences est obtenue à partir de l'eau potable, après passage de celle-ci sur une charge de charbon actif qui retient le chlore libre et sur un filtre « Cuno-Micro-Klean » qui retient le fer colloïdal ; ce dernier peut avoir une action毒ique en se déposant sur les branchies des animaux. L'eau de mer est prélevée au laboratoire maritime de Wimereux. L'eau de mer concentrée est obtenue par ébullition d'eau de mer normale ; elle est amenée au taux de salinité désiré par addition d'eau de mer puis d'eau distillée. Les solutions artificielles sont préparées avec de l'eau potable privée de son chlore libre et de son fer colloïdal.

L'action du stade d'intermue, de l'état de maturité sexuelle et de la taille des animaux sur le milieu intérieur est étudiée sur des crabes élevés en eau douce courante, à la température constante de 20° C. Le système de régulation de température que nous avons utilisé est représenté sur la figure 1 : l'eau arrive au fond d'un aquarium de 100 litres en acétodur alimentaire et se réchauffe au contact d'un thermo-plongeur de 1.500 W sous 220 V ; l'eau chaude monte en surface et s'écoule par un trop-plein situé près du réservoir d'un thermomètre à contact en liaison avec un relai contacteur à mercure. L'eau qui sort de l'aquarium se trouve à la température désirée et alimente directement les bacs d'élevage (aquariums de verre reliés par des siphons). La salle d'élevage est maintenue à une température aussi voisine que possible de 20° C de manière à minimiser les échanges calorifiques entre l'eau des bacs d'élevage et l'air ambiant. Le nettoyage des bacs est assuré chaque jour ; les crabes sont nourris avec des moules et des plantes aquatiques : *Elodea*, *Potamogeton*.

L'hémolymphé est recueillie en sectionnant l'extrémité d'un dactylopodite ; le sérum est obtenu après agitation et centrifugation des échantillons d'hémolymphé. Les microprélèvements d'hémolymphé

sont réalisés à l'aide d'une petite pipette dont l'extrémité est enfoncée dans un sinus sanguin à la base d'une patte. Les prélèvements d'urine sont effectués en soulevant l'opercule qui recouvre le pore excréteur et en appliquant l'extrémité rodée d'une petite pipette contre la membrane excrétrice ; l'urine monte par capillarité à l'intérieur de la pipette ou par légère aspiration. Le débit urinaire est mesuré de la manière suivante : on vide les vessies des animaux par aspiration de l'urine au niveau des pores excréteurs ; on immobilise les opercules avec du ciment dentaire et on remet les crabes dans l'eau. Au bout d'un temps déterminé (une heure généralement), on débouche les opercules et on recueille l'urine formée durant cet intervalle de temps dans une pipette de verre préalablement tarée. Le poids d'urine formé en 24 heures est ensuite rapporté au poids de l'animal et la mesure de débit urinaire est exprimée en pourcentage du poids du corps par 24 heures.

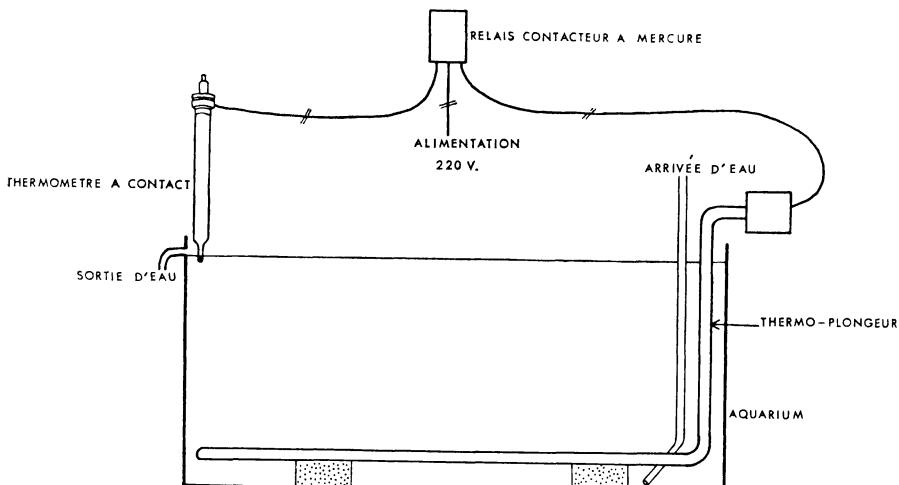


FIG. 1

Schéma de l'installation utilisée pour maintenir l'eau à une température constante.

L'abaissement cryoscopique et les teneurs en ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  du sérum et de l'urine sont déterminés à l'aide des méthodes que nous avons décrites dans un travail antérieur (De Leersnyder, 1967). Une méthode de complexométrie indirecte a toutefois été adoptée pour le dosage du calcium urinaire chez les crabes placés en milieu hypertonique car l'abondance du magnésium dans l'urine de ces animaux fausse les résultats obtenus avec une méthode directe (De Leersnyder, 1962). L'ion  $\text{SO}_4^{--}$  est dosé sur un mélange de plusieurs échantillons de sérum et d'urine, par pesée du précipité de  $\text{SO}_4\text{Ba}$  formé après addition d'un excès de  $\text{Cl}_2\text{Ba}$  ; au préalable, les protides du sérum sont précipités par l'acide trichloracétique à 20 p. 100 et séparés par filtration.

Tous les résultats des dosages sont exprimés en milliEquivalents par litre de sérum ou en milliEquivalents par kilogramme d'hémolymphe.

## II. - VARIATIONS DU MILIEU INTÉRIEUR ET DE L'EXCRÉTION URINAIRE EN FONCTION DES FACTEURS EXTERNES.

### A. Influence de la salinité.

Nos recherches sur l'influence de ce facteur font suite à celles de Schlieper (1929 a b, 1930), Bethe et Berger (1931), Berger (1931), Scholles (1933), Drilhon et Portier (1939), Conklin et Krogh (1939). Le travail le plus important est celui de Scholles qui met en évidence une régulation très active des ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  dans l'hémolymphe des crabes ; cette régulation s'effectue par l'intermédiaire de la glande antennaire car les ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  sont retenus fortement dans l'urine des crabes maintenus en eau douce tandis que l'ion  $\text{Mg}^{++}$  est abondamment excrété dans celle des crabes maintenus en eau de mer. Nous nous sommes proposés de compléter les résultats obtenus par Scholles, d'étudier, en particulier, la régulation ionique du milieu intérieur d'*E. sinensis* et de la comparer à celles d'autres espèces hypoosmotiques en eau de mer et en eau de mer concentrée et pour lesquels on dispose de résultats précis (*Pachygrapsus crassipes* Randall, *Uca pugnax*, *Uca pugilator*, *Cardisoma armatum* Herklots).

#### 1) Valeurs du $\Delta$ et des teneurs ioniques du sérum et de l'urine chez des crabes placés en eau douce, en eau de mer et en eau de mer concentrée.

L'abaissement cryoscopique que nous désignerons par la lettre  $\Delta$  et les teneurs en ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  du sérum et de l'urine sont déterminés sur trois lots de dix crabes mâles adultes, placés en eau douce, en eau de mer et en eau de mer concentrée. Les prélèvements de sérum et d'urine sont effectués, sur chaque animal, après un séjour de trois jours dans chaque milieu. Dix-huit crabes sont, en outre, sacrifiés pour l'étude des concentrations de l'ion  $\text{SO}_4^{--}$  dans le sérum et dans l'urine. Les résultats des analyses sont rassemblés dans le tableau I. La représentation graphique des résultats est donnée par les figures 2 à 8.

Le sérum de l'*Eriocheir* apparaît fortement hypertonique en eau douce, nettement hypotonique en eau de mer et en eau de mer concentrée (Tableau I, Fig. 2). Tous les ions, à l'exception de l'ion  $\text{Ca}^{++}$ , se trouvent dans le sérum à un taux inférieur à celui qu'ils présentent dans l'eau de mer et dans l'eau de mer concentrée (Tableau I). Le sérum présente néanmoins d'importantes variations du  $\Delta$  et de la teneur en ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  et, à un degré moindre, en ions  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{SO}_4^{--}$  en fonction du degré de salinité du milieu extérieur. L'examen des courbes relatives aux taux de ces ions met, en effet, en évidence une augmentation de ces taux ou fonction du degré de salinité (Fig. 2, 3, 4, 7, 8). Les taux des ions  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{++}$  dans le sérum sont plus indépendants vis-à-vis de la salinité que ceux des autres ions (Fig. 5 et 6).

La concentration totale et les teneurs en chlore et en potassium de l'urine sont sensiblement identiques à celles du sérum et ne

TABLEAU I  
 $\Delta$  et teneurs ioniques du sérum et de l'urine en fonction de la salinité chez *Eriocheir sinensis*

		$\Delta$ en ° C	Cl <sup>-</sup> en mEq/l	Na <sup>+</sup> en mEq/l	K <sup>+</sup> en mEq/l	Ca <sup>++</sup> en mEq/l	Mg <sup>++</sup> en mEq/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> en mEq/l
Eau de mer .....		- 1,835	515,00	437,50	9,69	18,36	101,04	53,29
Eau de mer concentrée		- 2,680	743,00	640,00	14,17	28,56	137,64	78,82
S E R U M	Eau douce ....	- 1,147 ± 0,010	273,33 ± 5,74	303,01 ± 5,26	6,31 ± 0,16	22,98 ± 1,14	6,51 ± 0,45	11,99
	Eau de mer ..	- 1,576 ± 0,016	398,40 ± 4,86	406,80 ± 4,96	8,83 ± 0,29	24,48 ± 0,64	24,25 ± 0,77	16,53
	Eau de mer concentrée ..	- 2,235 ± 0,039	575,20 ± 9,03	571,79 ± 7,02	11,31 ± 0,42	32,45 ± 1,07	35,88 ± 2,06	38,13
U R I N E	Eau douce ....	- 1,133 ± 0,015	286,00 ± 8,09	325,35 ± 6,23	7,06 ± 0,87	9,54 ± 1,08	3,18 ± 0,53	11,65
	Eau de mer ..	- 1,553 ± 0,026	384,80 ± 9,34	385,24 ± 14,03	11,63 ± 0,91	17,09 ± 2,52	93,46 ± 23,37	97,85
	Eau de mer concentrée ..	- 2,259 ± 0,041	569,40 ± 10,62	417,60 ± 20,91	11,16 ± 1,87	18,24 ± 2,92	339,42 ± 39,21	151,22

paraissent pas influencées par la salinité du milieu extérieur (Tableau I, Fig. 2, 3 et 5). Les taux des ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{SO}_4^{--}$  diffèrent, au contraire, dans le sérum et dans l'urine, les différences étant plus ou moins accusées suivant la salinité du milieu extérieur. L'ion  $\text{Na}^+$  est retenu dans l'urine lorsque la salinité du milieu extérieur augmente (Tableau I et Fig. 4), l'ion  $\text{Ca}^{++}$  est retenu dans tous les milieux mais surtout en eau douce (Tableau I et Fig. 6); les ions  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{SO}_4^{--}$  sont excrétés abondamment chez les crabes placés en eau de mer et surtout en eau de mer concentrée (Tableau I, Fig. 7 et 8).

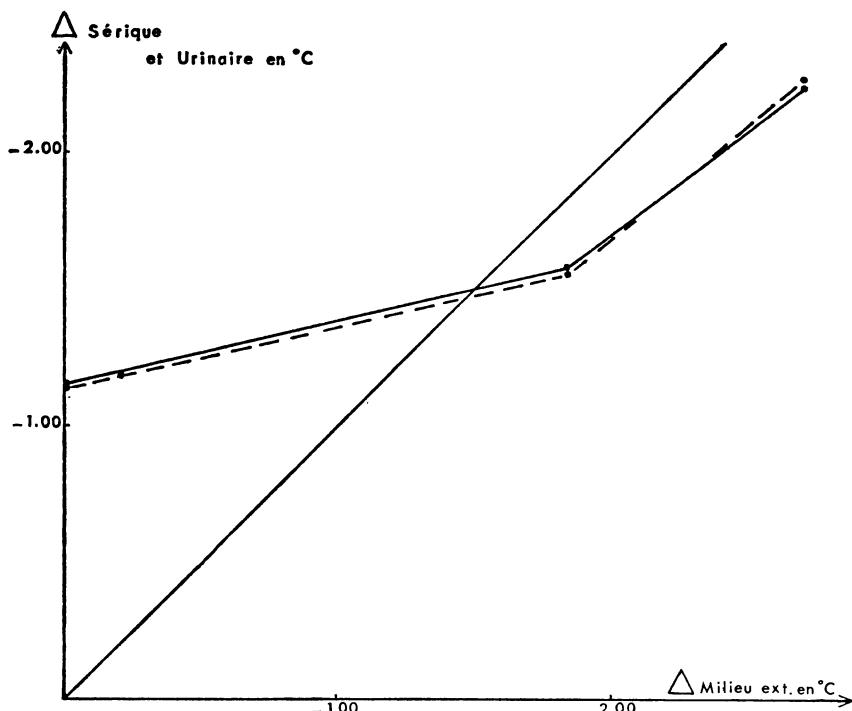


FIG. 2

Comparaison entre l'abaissement cryoscopique du sérum et de l'urine d'*E. s.* en fonction de la salinité (les traits pleins joignent les valeurs obtenues pour le sérum, les traits interrompus joignent les valeurs obtenues pour l'urine; la bissectrice de l'angle formé par les axes de coordonnées correspond à une isotonie théorique).

## 2) Existence d'une corrélation entre l'excrétion du magnésium et la rétention du sodium dans l'urine.

La rétention du sodium urinaire est importante chez les crabes qui ont un taux élevé de magnésium dans l'urine ; elle est faible, au contraire, chez les animaux qui excrètent le magnésium à un taux modéré. Cette constatation nous a conduit à rechercher l'existence d'une corrélation entre l'excrétion du magnésium et l'excrétion du sodium dans l'urine. La figure 9 représente graphiquement la différence entre les taux de magnésium urinaire et sérique ( $\text{MgU} - \text{MgS}$ ) en fonction de la différence entre les taux de sodium urinaire et sérique ( $\text{NaU} - \text{NaS}$ ) chez des crabes placés en eau douce, en eau de mer, en

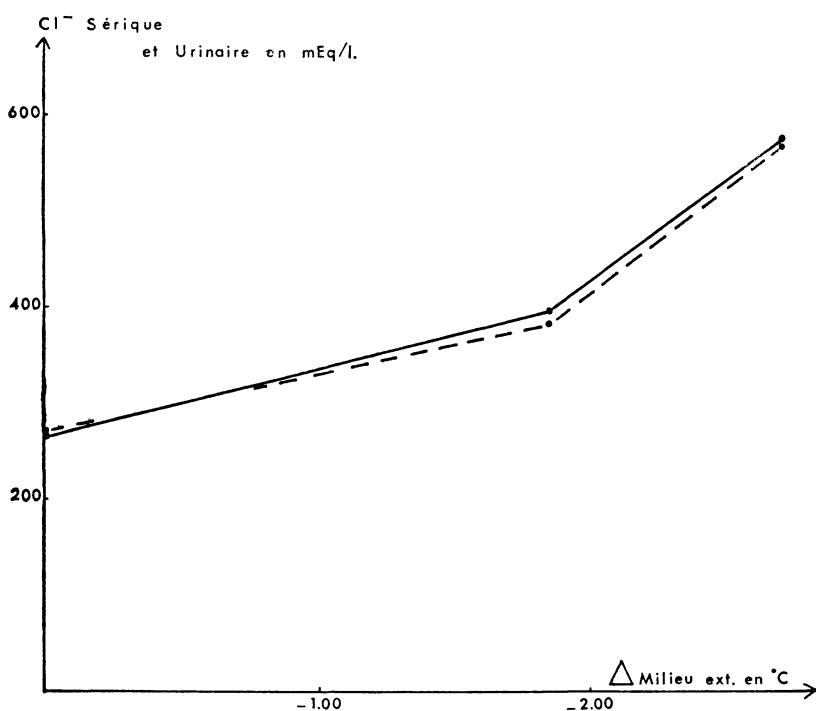


FIG. 3  
Comparaison entre la teneur en chlore du sérum et de l'urine d'*E. s.* en fonction de la salinité.

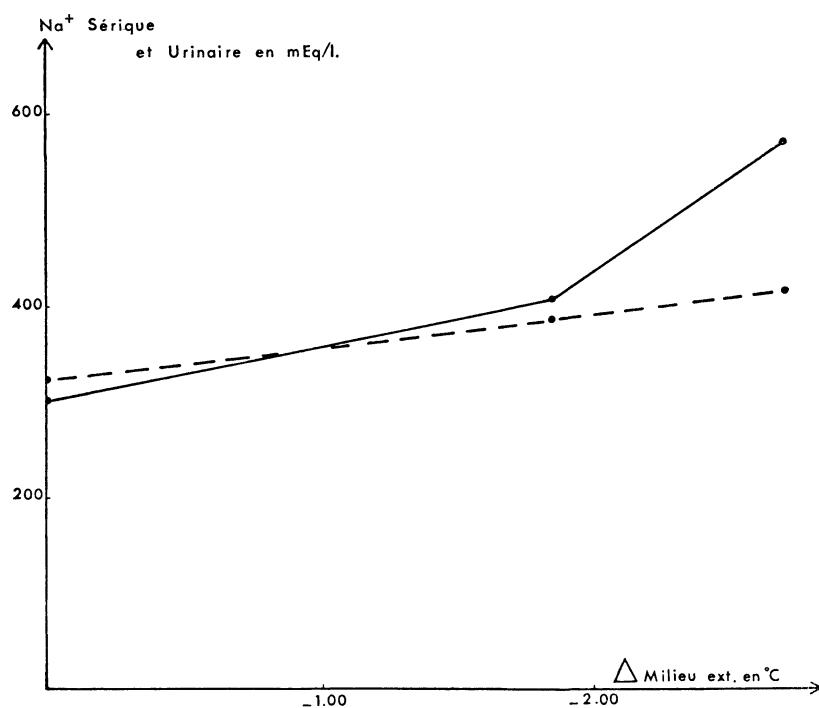


FIG. 4  
Comparaison entre la teneur en sodium du sérum et de l'urine d'*E. s.* en fonction de la salinité.

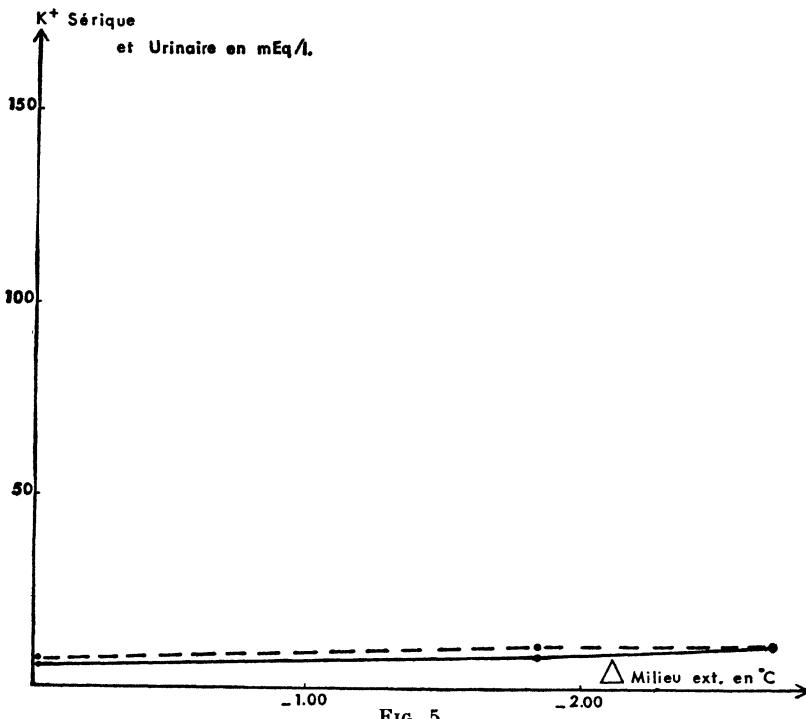


FIG. 5

Comparaison entre la teneur en potassium du sérum et de l'urine d'*E. s.* en fonction de la salinité.

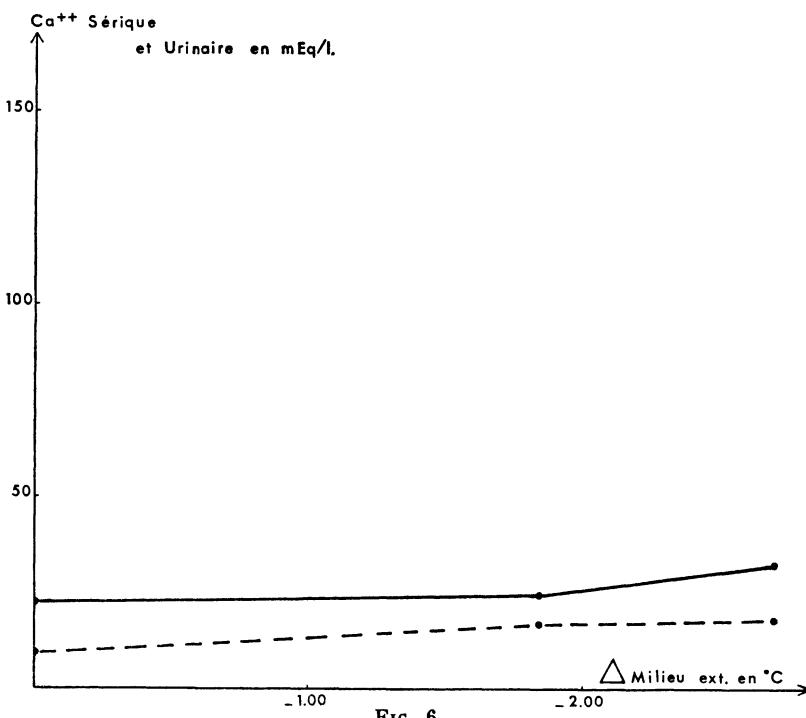


FIG. 6

Comparaison entre la teneur en calcium du sérum et de l'urine d'*E. s.* en fonction de la salinité.

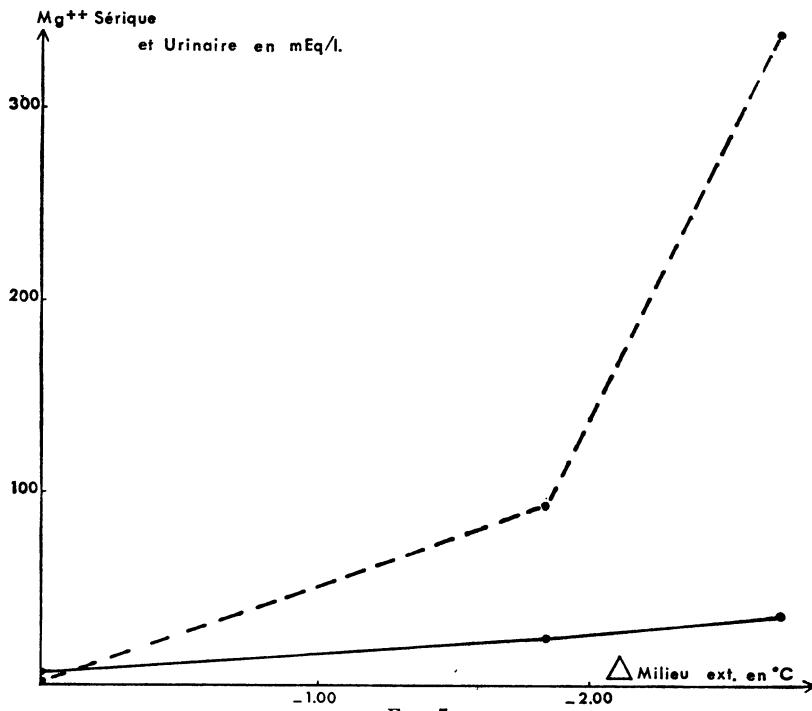


FIG. 7

Comparaison entre la teneur en magnésium du sérum et de l'urine d'*E. s.* en fonction de la salinité.

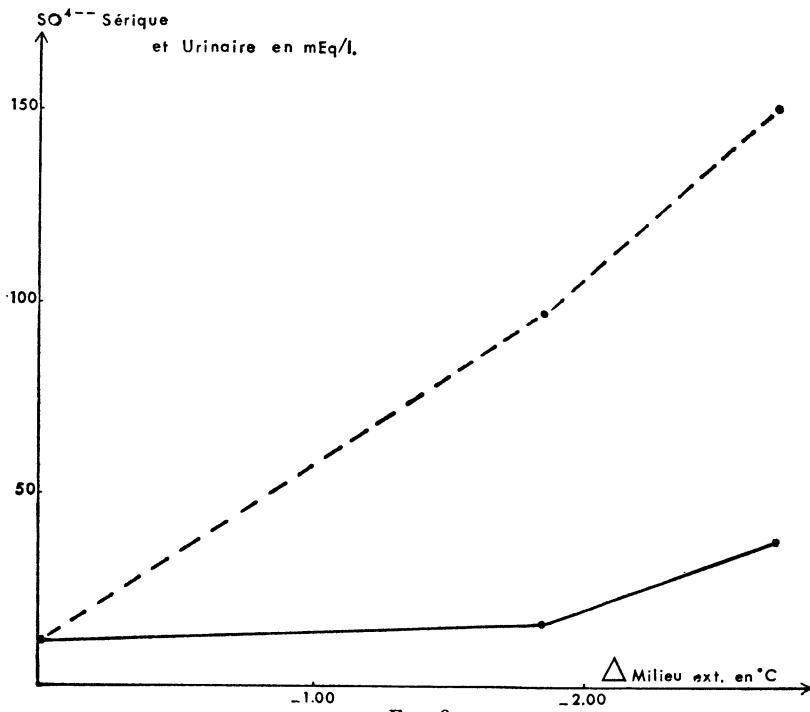


FIG. 8

Comparaison entre la teneur en ions  $SO_4^{--}$  du sérum et de l'urine d'*E. s.* en fonction de la salinité.

eau de mer concentrée. La droite tracée sur la figure est la ligne de régression qui représente la variation moyenne de MgU—MgS en fonction de NaU—NaS. Il apparaît nettement une variation inverse de MgU—MgS en fonction de NaU—NaS.

Nous avons établi le coefficient de corrélation  $r$  entre les valeurs de MgU—MgS et celles de NaU—NaS ; ce coefficient de corrélation

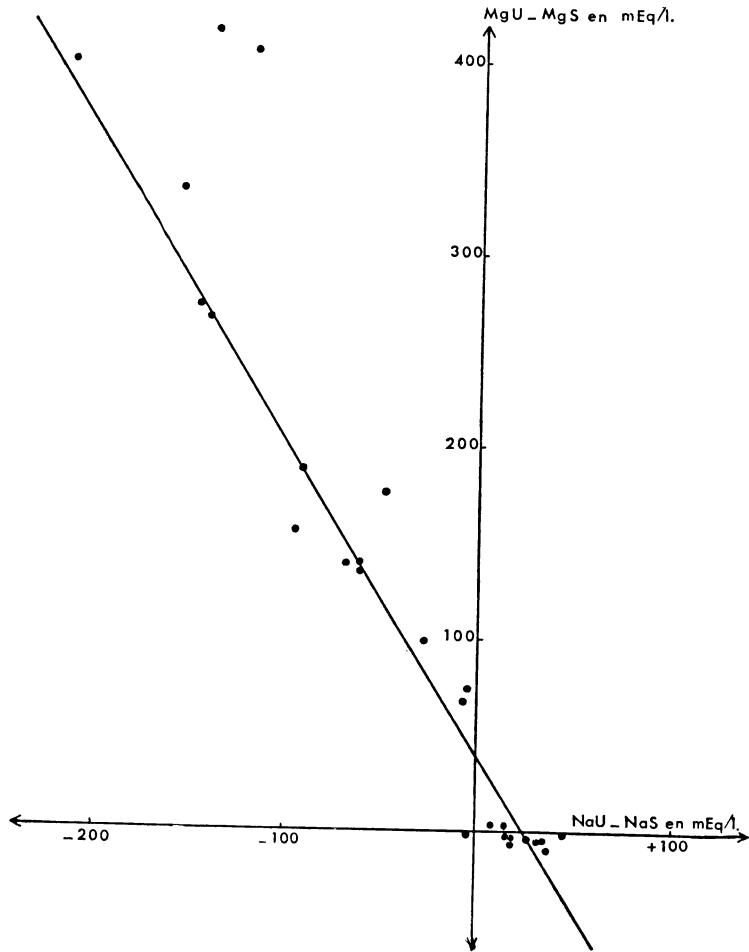


FIG. 9

Graphique donnant les valeurs de MgU-MgS (différence entre les taux de magnésium dans l'urine et dans le sérum) en fonction de NaU-NaS (différence entre les taux de sodium dans l'urine et dans le sérum) chez les *Eriochet* placés en eau douce, en eau de mer et en eau de mer concentrée.

est négatif, il est égal à  $-0,90$ . Pour un coefficient de sécurité de 95 p. 100,  $r$  diffère, en valeur absolue, très significativement de 0 ( $r > 368$ ). Nous pouvons donc affirmer l'existence d'une corrélation négative entre l'excrétion du magnésium et celle du sodium dans l'urine.

Une rétention de sodium et une excrétion de magnésium dans

l'urine ont été signalées chez plusieurs Crustacés qui présentent comme l'*Eriocheir* une régulation hypoosmotique en milieu fortement salé : *Pachygrapsus crassipes* (Prosser, Green et Chow, 1955 ; Gross, 1959), *Uca pugnax* et *Uca pugilator* (Green, Harsch, Barr et Prosser, 1959), *Ocypode albicans*, *Cardisoma guanhumi* (Gifford, 1958), *Hemigrapsus oregonensis* (Gross, 1961), *Cardisoma armatum* (De Leersnyder et Hoestlandt, 1963-1964). Ce phénomène a été interprété de deux manières différentes : l'eau pourrait être réabsorbée à partir de l'urine avec des ions  $\text{Na}^+$  (Riegel et Lockwood, 1961) ; il pourrait y avoir un échange d'ions  $\text{Mg}^{++}$  et d'ions  $\text{Na}^+$  entre le sang et l'urine à travers la paroi de la vessie (Gross et Capen, 1966). Des expériences sont encore nécessaires pour choisir entre ces deux hypothèses.

### 3) Variations du débit urinaire.

Schlieper (1929 b) a constaté une augmentation de poids chez des *Eriocheir* maintenus en eau douce et, au contraire, une légère chute de poids chez des individus maintenus en eau de mer après blocage des pores excréteurs. Scholles (1933) par une méthode identique à celle de Schlieper a tenté de mesurer le débit urinaire de l'*Eriocheir* en eau douce ; il trouve une valeur égale à 3,6 p. 100 du poids du corps par 24 heures. Nous avons mesuré également le débit urinaire d'*E. sinensis* sur des crabes adaptés à l'eau douce et à l'eau de mer mais par une technique un peu différente (cf. p. 297). Les mesures sont effectuées sur des individus prépubères, à la température de 20° C ; les résultats sont rassemblés dans le tableau II.

TABLEAU II  
Débit urinaire d'*Eriocheir sinensis* en pourcentage du poids du corps par 24 heures.

Crabes en eau douce		Crabes en eau de mer	
Numéro des animaux	Débit urinaire	Numéro des animaux	Débit urinaire
1	13,85	7	11,51
2	23,36	8	12,21
3	22,67	9	18,37
4	26,12	10	4,75
5	15,96	11	11,05
6	9,98	12	7,83
Débit urinaire moyen	18,66 ± 2,57	Débit urinaire moyen	10,95 ± 1,88

Le débit urinaire des *E. sinensis* maintenus en eau douce s'élève, en moyenne, à 18,66 p. 100 du poids du corps par 24 heures ; cette valeur est nettement supérieure à celle indiquée par Scholles. L'écart entre les résultats de cet auteur et les nôtres peut être dû, au moins en partie, aux techniques différentes utilisées pour mesurer le débit urinaire ; il peut être dû également à des différences de température lors des expériences ou à des écarts de taille entre les animaux. Le débit urinaire des *E. sinensis* maintenus en eau de mer s'élève, en moyenne, à 10,95 p. 100 du poids du corps par 24 heures ; il semble donc qu'il soit moins abondant en eau de mer qu'en eau douce chez cette espèce. Ce résultat est en accord avec ceux qui ont été obtenus chez d'autres Crustacés : *Carcinus maenas* L. (Nagel, 1934), *Palaemo-*

*netes varians* Leach (Parry, 1955), *Cardisoma armatum* Herklots (De Leersnyder et Hoestlandt, 1963-1964). Parry (1955) a montré toutefois que l'excrétion d'urine chez *Palaeomonetes varians* décroît avec la salinité du milieu extérieur jusqu'à un minimum qui correspond à l'isotonie du milieu intérieur et du milieu extérieur ; elle augmente, à nouveau, en milieu hypertonique.

Nous avons recherché l'existence éventuelle de variations brusques du débit urinaire lors de l'adaptation osmotique. Nous avons recherché, dans ce but, les modifications du débit urinaire en fonction du temps sur un crabe transféré de l'eau de mer à l'eau douce et sur deux crabes transférés de l'eau douce à l'eau de mer. Le débit urinaire

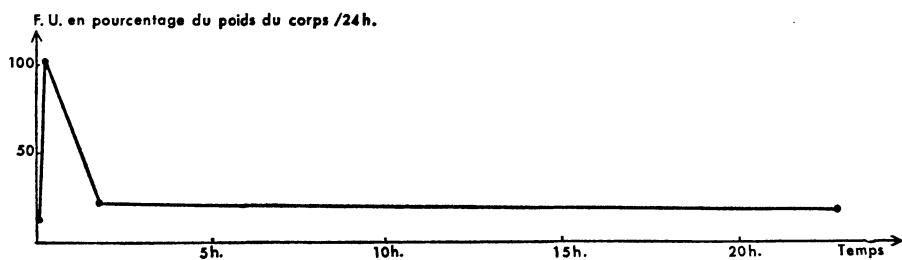


FIG. 10

Variations du débit urinaire en fonction du temps chez un crabe transféré de l'eau de mer à l'eau douce.

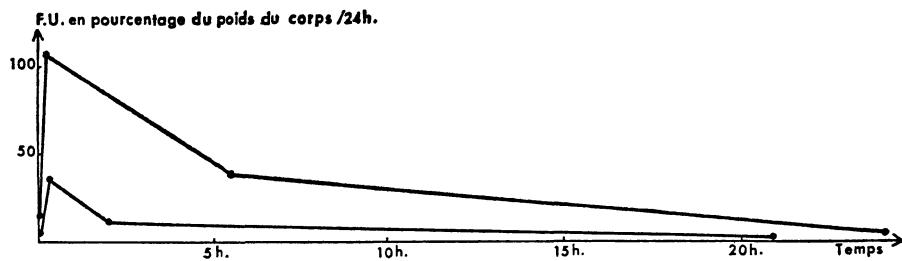


FIG. 11

Variations du débit urinaire en fonction du temps chez deux crabes transférés de l'eau douce à l'eau de mer.

des crabes augmente nettement lors du choc osmotique : il s'élève de 11,57 à 101,43 p. 100 du poids du corps par 24 heures chez le crabe transféré à l'eau douce, de 14,51 à 106,81 p. 100 et de 7,15 à 35,87 p. 100 du poids du corps par 24 heures chez les crabes transférés à l'eau de mer. Cette augmentation de la diurèse est toutefois temporaire ; le débit urinaire atteint son maximum au cours de la première heure qui suit le transfert des animaux, il est nettement réduit quelques heures après (Fig. 10 et 11).

L'élévation du débit urinaire lors du transfert de l'eau de mer à l'eau douce peut être liée à la nécessité d'éliminer rapidement le brusque afflux d'eau qui tend à pénétrer par osmose dans l'organisme du crabe. L'élévation de la diurèse chez les crabes transférés de l'eau douce à l'eau de mer apparaît, au contraire, comme la conséquence

d'une absorption active d'eau car elle s'effectue contre un gradient de concentration, les animaux ayant tendance à perdre de l'eau en eau de mer.

### B. Influence des concentrations ioniques.

Les variations observées dans les teneurs ioniques du sérum et de l'urine chez les crabes placés dans des milieux de salinités différentes peuvent être liées directement à l'influence de la salinité. Chez *Pachygrapsus crassipes* (Gross et Marshall, 1960), l'excrétion du magnésium dépend de la salinité et non de la concentration de cet ion dans le milieu extérieur. Ces variations peuvent dépendre aussi de la concentration des ions dans le milieu extérieur : chez *E. sinensis*, les teneurs en ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{K}^+$  de l'hémolymphe sont abaissées chez les animaux transférés de l'eau de mer normale à une solution isotonique où manquent ces ions ; elles s'élèvent, au contraire, chez les animaux placés en eau de mer enrichie en ions  $\text{Ca}^{++}$  ou  $\text{K}^+$  (Berger, 1931). Afin de déterminer dans quelle mesure les deux facteurs — salinité d'une part, concentration des ions dans le milieu extérieur, d'autre part — agissent sur la composition minérale du sérum et de l'urine, nous avons comparé les teneurs ioniques du sérum et de l'urine des *Eriocheir* maintenus dans les trois milieux : eau douce, eau de mer, eau de mer concentrée avec celles d'animaux placés dans un milieu qui renferme un cation donné dans les mêmes proportions que l'eau de mer concentrée mais qui en diffère par une concentration totale en sels plus faible.

#### 1) Comparaison des taux de sodium sérique et urinaire entre des crabes maintenus dans une solution de chlorure de sodium et des crabes maintenus en eau douce, en eau de mer et en eau de mer concentrée.

Dix crabes mâles adultes sont transférés de l'eau douce dans une solution de chlorure de sodium renfermant 640 mEq de sodium par litre, taux de sodium de l'eau de mer concentrée. L'abaissement cryoscopique de cette solution est de  $-1.995^\circ\text{C}$ . Les crabes supportent mal le transfert en solution artificielle : on note deux mortalités 24 heures après ce transfert, les autres crabes étant peu vivaces. Les prélèvements d'hémolymphe et d'urine sont donc effectués deux jours après le transfert en solution artificielle, soit un jour plus tôt que chez les animaux placés en eau douce, en eau de mer et en eau de mer concentrée. Les teneurs moyennes en ions  $\text{Na}^+$  du sérum et de l'urine des animaux sont réunies dans le tableau III.

La natrémie des animaux placés dans la solution de chlorure de sodium est significativement plus basse, pour un coefficient de sécurité de 95 p. 100, que celle des animaux placés en eau de mer concentrée ; elle est, par contre, beaucoup plus élevée que celle des animaux placés en eau de mer, celle-ci ayant une salinité voisine mais une concentration en ions  $\text{Na}^+$  beaucoup plus faible que la solution artificielle. Il semble, par conséquent, que la concentration des ions  $\text{Na}^+$  dans l'hémolymphe des *Eriocheir* soit liée directement à la concentration de ces ions dans le milieu extérieur et non à la

TABLEAU III

Taux en sodium du sérum et de l'urine des crabes maintenus en eau douce, en eau de mer, en eau de mer concentrée et des crabes maintenus dans une solution de chlorure de sodium (résultats en mEq/l).

Milieu extérieur	Δ Milieu extérieur	Taux de sodium			Nombre d'animaux
		Milieu extérieur	Sérum	Urine	
Eau douce .	—	—	303,01 ± 5,26	325,35 ± 6,23	9
Eau de mer	— 1.835° C	437,50	406,80 ± 4,96	385,24 ± 14,03	10
Eau de mer concentrée	— 2.680° C	640,00	571,79 ± 7,02	417,60 ± 20,91	10
Solution de NaCl ....	— 1.995° C	640,00	518,57 ± 10,09	520,27 ± 14,27	8

salinité. Les différences observées entre les individus placés dans la solution de chlorure de sodium et ceux placés en eau de mer concentrée sont sans doute liées au séjour plus long des animaux dans ce dernier milieu.

Si l'on considère les taux du sodium urinaire, on constate que l'excrétion du sodium est significativement plus élevée chez les crabes maintenus dans la solution de NaCl que chez ceux maintenus dans les trois autres milieux ; on n'observe pas notamment de rétention du sodium ordinaire comme c'est le cas chez les crabes maintenus en eau de mer et en eau de mer concentrée. Nous avons mis en évidence l'existence d'une corrélation négative entre l'excrétion du sodium et l'excrétion du magnésium dans l'urine (cf. p. 298). Nous avons déterminé les taux de magnésium dans l'urine de quatre crabes maintenus dans la solution de chlorure de sodium, ces taux sont respectivement de 21 - 44,70 - 18, 24 et 27,30 mEq/l. L'excrétion magnésienne est donc plus importante chez les crabes maintenus dans la solution de chlorure de sodium que chez les crabes maintenus en eau douce avec une concentration identique en ions Mg<sup>++</sup> (taux moyen du magnésium urinaire égal à 3,18 mEq/l chez les individus maintenus en eau douce, Tableau I) ; elle est, par contre, beaucoup moins élevée que chez les animaux placés en eau de mer (taux moyen du magnésium urinaire égal à 93,46 mEq/l) et que chez les animaux placés en eau de mer concentrée (taux moyen du magnésium urinaire égal à 339,42 mEq/l). Par conséquent, l'excrétion du magnésium dans l'urine apparaît fonction à la fois de la salinité du milieu extérieur et de la concentration de ce milieu en ions Mg<sup>++</sup> ; dans un milieu hypertonique mais pauvre en magnésium, l'excrétion de cet ion n'est pas assez importante pour permettre la rétention du sodium urinaire.

2) *Comparaison entre les teneurs en potassium du sérum et de l'urine des crabes maintenus dans une solution de chlorure de potassium et des crabes maintenus en eau douce, en eau de mer et en eau de mer concentrée.*

Dix crabes mâles adultes sont transférés de l'eau douce dans une solution de chlorure de potassium renfermant 14,17 mEq de

potassium par litre, taux de potassium de l'eau de mer concentrée. L'abaissement cryoscopique de cette solution est de  $-0.130^\circ\text{C}$ . Les crabes supportent mal le transfert dans la solution de chlorure de potassium : on note une mort après 24 heures de séjour dans ce milieu, les autres crabes étant peu actifs. Les prélèvements de sérum et d'urine sont donc effectués 24 heures après le transfert sur les neuf crabes survivants. Les teneurs en potassium du sérum et de l'urine sont comparées à celles des crabes placés dans les trois différents milieux de salinité (Tableau IV).

TABLEAU IV

Taux en potassium du sérum et de l'urine des crabes maintenus en eau douce, en eau de mer, en eau de mer concentrée et des crabes maintenus dans une solution de chlorure de potassium (résultats en mEq/l).

Milieu extérieur	$\Delta$ Milieu extérieur	Taux de potassium			Nombre d'animaux
		Milieu extérieur	Sérum	Urine	
Eau douce .	—	—	6,31 $\pm$ 0,16	7,06 $\pm$ 0,87	9
Eau de mer	$-1.835^\circ\text{C}$	9,69	8,83 $\pm$ 0,29	11,63 $\pm$ 0,91	10
Eau de mer concentrée	$-2.680^\circ\text{C}$	14,17	11,31 $\pm$ 0,42	11,16 $\pm$ 1,87	10
Solution de KCl .....	$-0.130^\circ\text{C}$	14,17	10,90 $\pm$ 0,20	10,89 $\pm$ 1,35	9

La teneur en potassium du sérum des crabes placés dans la solution de chlorure de potassium est légèrement inférieure à celle des crabes placés en eau de mer concentrée avec la même concentration en ions  $\text{K}^+$  ; elle est, par contre, nettement supérieure à celle des crabes placés en eau de mer ayant une concentration en ions  $\text{K}^+$  plus faible mais une concentration totale en sels minéraux beaucoup plus élevée que la solution artificielle. Il semble, par conséquent, que la teneur en potassium du sérum dépende de la concentration de cet ion dans le milieu extérieur et non de la salinité. La légère différence entre les taux de potassium sérique chez les animaux placés en eau de mer concentrée et chez ceux placés dans la solution artificielle de KCl est peut-être liée au temps de séjour plus court dans ce deuxième milieu.

On n'observe pas de différences dans l'élimination du potassium urinaire chez les crabes placés dans la solution artificielle par rapport à ceux placés en eau de mer concentrée ; dans les deux cas, les taux de potassium sont sensiblement identiques dans le sérum et dans l'urine. Il semble donc que l'élimination du potassium dans l'urine soit indépendante de la salinité du milieu extérieur.

3) *Comparaison entre les teneurs en calcium du sérum et de l'urine des crabes maintenus dans une solution de chlorure de calcium et des crabes maintenus en eau douce, en eau de mer et en eau de mer concentrée.*

Dix crabes mâles adultes sont transférés de l'eau douce dans une solution de chlorure de calcium renfermant 28,56 mEq de calcium

par litre, taux de calcium de l'eau de mer concentrée. L'abaissement cryoscopique de cette solution est légèrement supérieur à celui de l'eau douce, soit  $-0.055^{\circ}\text{C}$ . Les crabes supportent très bien le transfert dans cette solution ; les prélèvements de sérum et d'urine sont effectués après un séjour de trois jours dans ce milieu, soit après un temps identique à celui des crabes placés dans les milieux des différentes salinités. Les teneurs en calcium sérique et urinaire des animaux sont comparées dans le tableau V.

TABLEAU V

Taux en calcium du sérum et de l'urine des crabes maintenus en eau douce, en eau de mer, en eau de mer concentrée et des crabes maintenus dans une solution de chlorure de calcium (résultats en mEq/l).

Milieu extérieur	$\Delta$ Milieu extérieur	Taux de calcium			Nombre d'animaux
		Milieu extérieur	Sérum	Urine	
Eau douce .	—	—	22,98 $\pm$ 1,14	9,54 $\pm$ 1,08	9
Eau de mer	$-1.835^{\circ}\text{C}$	18,36	24,48 $\pm$ 0,64	17,09 $\pm$ 2,52	10
Eau de mer concentrée	$-2.680^{\circ}\text{C}$	28,56	32,45 $\pm$ 1,07	18,24 $\pm$ 2,92	10
Solution de $\text{CaCl}_2 \dots$	$-0.055^{\circ}\text{C}$	28,56	22,90 $\pm$ 0,36	6,48 $\pm$ 0,48	10

Dans les trois milieux : eau douce, eau de mer, solution de chlorure de calcium, le calcium sérique des crabes se maintient à une valeur sensiblement identique, indépendamment de la concentration totale en sels et de la teneur en calcium du milieu extérieur. En eau de mer concentrée, par contre, on enregistre une nette élévation du calcium sérique ; le taux de cet ion dans le sérum paraît donc influencé par la salinité du milieu extérieur, à partir d'un certain seuil de concentration.

Le calcium est fortement retenu dans l'urine des crabes placés dans la solution artificielle, la rétention observée dans ce milieu étant supérieure à celle constatée chez les crabes placés en eau douce ; il semble donc que l'excréition du calcium dans l'urine soit plus influencée par la salinité du milieu extérieur que par la concentration de ce dernier en ions  $\text{Ca}^{++}$ .

4) *Comparaison entre les teneurs en magnésium du sérum et de l'urine des crabes maintenus dans une solution de chlorure de magnésium et des crabes maintenus en eau douce, en eau de mer et en eau de mer concentrée.*

Dix crabes mâles adultes sont transférés de l'eau douce normale dans l'eau douce enrichie en sulfate de magnésium de manière à obtenir une solution renfermant 137,64 mEq de magnésium par litre, taux de magnésium de l'eau de mer concentrée. Les crabes supportent très bien le transfert dans la solution artificielle ; les prélèvements de sérum et d'urine sont effectués après un séjour de trois jours dans ce milieu, soit après un temps comparable à celui pendant lequel des

crabes avaient été placés dans les différents milieux de salinité. Les teneurs en magnésium du sérum et de l'urine sont comparées dans le tableau VI.

TABLEAU VI

Taux en magnésium du sérum et de l'urine des crabes maintenus en eau douce, en eau de mer, en eau de mer concentrée et des crabes maintenus dans une solution de sulfate de magnésium (résultats en mEq/l).

Milieu extérieur	Δ Milieu extérieur	Taux de magnésium			Nombre d'animaux
		Milieu extérieur	Sérum	Urine	
Eau douce .	—	—	6,51 ± 0,45	3,18 ± 0,53	9
Eau de mer	— 1.835° C	101,04	24,25 ± 0,77	93,46 ± 23,37	10
Eau de mer concentrée	— 2.680° C	137,64	35,88 ± 2,06	339,42 ± 39,21	10
Solution de SO <sub>4</sub> Mg.7OH <sub>2</sub>	— 0,150° C	137,64	33,04 ± 2,00	99,86 ± 20,04	10

Le taux du magnésium sérique est sensiblement identique chez les crabes maintenus dans la solution artificielle de magnésium et chez les crabes maintenus en eau de mer concentrée ayant la même concentration en ions Mg<sup>++</sup>. Etant donné les différences importantes entre les concentrations totales en sels de ces deux milieux, il semble que la concentration de l'ion Mg<sup>++</sup> dans le sérum dépende surtout de la concentration de cet ion dans le milieu extérieur.

L'excrétion du magnésium est beaucoup moins importante chez les crabes placés dans la solution artificielle que chez les animaux placés en eau de mer concentrée ; elle dépendrait principalement de la salinité du milieu extérieur, phénomène qui a été constaté également chez *Pachygrapsus crassipes* (Gross et Marshall, 1960).

##### 5) Conclusion.

La concentration des ions Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Mg<sup>++</sup> dans le sérum d'*Eriocheir sinensis* est liée directement à la concentration de ces ions dans le milieu extérieur ; elle ne semble pas influencée par la concentration totale en sels de ce milieu. La calcémie se maintient à une valeur stable, indépendamment de la teneur en calcium et de la concentration totale en sels du milieu extérieur, du moins dans les milieux qui ont une concentration en sels intermédiaire entre celle de l'eau douce et celle de l'eau de mer. L'excrétion des ions Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> dépend de la salinité du milieu extérieur, le premier de ces ions ayant tendance à être retenu et les deux derniers à être éliminés lorsque la salinité du milieu extérieur augmente. La rétention du sodium urinaire ne peut toutefois avoir lieu que si le milieu extérieur hypertonique contient une quantité suffisante de magnésium pour permettre l'excrétion de ce dernier. A l'inverse des autres ions, l'ion K<sup>+</sup> est excrétré dans l'urine à un taux qui semble indépendant de la salinité du milieu extérieur.

### III. - VARIATIONS DU MILIEU INTÉRIEUR ET DE L'EXCRÉTION URINAIRE EN FONCTION DES FACTEURS INTERNES.

#### A. Influence du stade d'intermue, de l'état de maturité sexuelle et de la taille.

L'évolution de la concentration sanguine, mesurée par le  $\Delta$ , et celle de la teneur en chlore de l'hémolymphé ont été suivies respectivement, de juin 1964 à février 1965, sur 23 crabes maintenus en eau douce, à la température constante de 20° C. Les animaux étudiés sont des femelles juvéniles et prépubères ayant une taille comprise entre 20 mm et 45 mm. Il est possible ainsi de se rendre compte si les variations du milieu intérieur lors d'un cycle d'intermue se répètent d'une manière identique d'un cycle à l'autre ou si des modifications se produisent avec l'augmentation de taille des animaux, notamment au moment des mues critiques : mue de prépuberté (chez les crabes qui auront 27 à 30 mm de largeur après cette mue), mue de puberté facilement reconnaissable par la forme de l'abdomen qui est plus large et muni de longues soies. Ces deux mues sont suivies, en effet, d'une vitellogenèse très active (Hoestlandt, 1948).

Les résultats de nos mesures sont représentés graphiquement sur les figures 12 et 13. Lors de chaque mue, on enregistre une chute brusque du  $\Delta$  et de la teneur en chlore de l'hémolymphé suivie d'une augmentation rapide au cours des premiers jours qui suivent ; ces valeurs se maintiennent ensuite à un niveau sensiblement stable pendant toute la durée du cycle d'intermue avec parfois quelques variations accidentnelles. Si l'on considère les variations du  $\Delta$  et de la teneur en chlore de l'hémolymphé au cours de plusieurs intermues successives, on n'observe pas de modifications notables d'un cycle d'intermue à l'autre. Le  $\Delta$  et la teneur en chlore de l'hémolymphé se maintiennent à des valeurs sensiblement identiques au cours des intermues successives chez des crabes de tailles très différentes et notamment chez deux crabes qui ont subi la mue de puberté (crabes n° 22 et 23, Fig. 12 et 13). Il n'y a donc pas de changements brusques dans la composition minérale de l'hémolymphé au cours de la croissance d'*E. sinensis* et en relation notamment avec la vitellogenèse.

Nous avons recherché s'il existait une corrélation entre l'abaissement cryoscopique, la teneur en chlore de l'hémolymphé (exprimés suivant les valeurs maxima atteintes au cours du cycle d'intermue) et la taille des animaux. Nous avons trouvé un coefficient de corrélation  $r = 0,48$  entre les valeurs du  $\Delta$  et celles qui indiquent la taille des animaux ; nous avons trouvé, d'autre part, un coefficient de corrélation  $r = -0,36$  entre les teneurs du chlore dans l'hémolymphé et la taille des animaux. Ces coefficients de corrélation diffèrent significativement de 0 pour un coefficient de sécurité de 95 p. 100 :  $r > 0,304$  dans le cas du  $\Delta$ ,  $r > 0,232$ , en valeur absolue, dans le cas du chlore. On peut donc conclure que l'abaissement cryoscopique et la teneur en chlore de l'hémolymphé diminuent légèrement en valeur absolue lorsque la taille des animaux augmente (Fig. 14 et 15). Les variations du milieu intérieur en fonction de la taille des animaux n'apparaissent pas

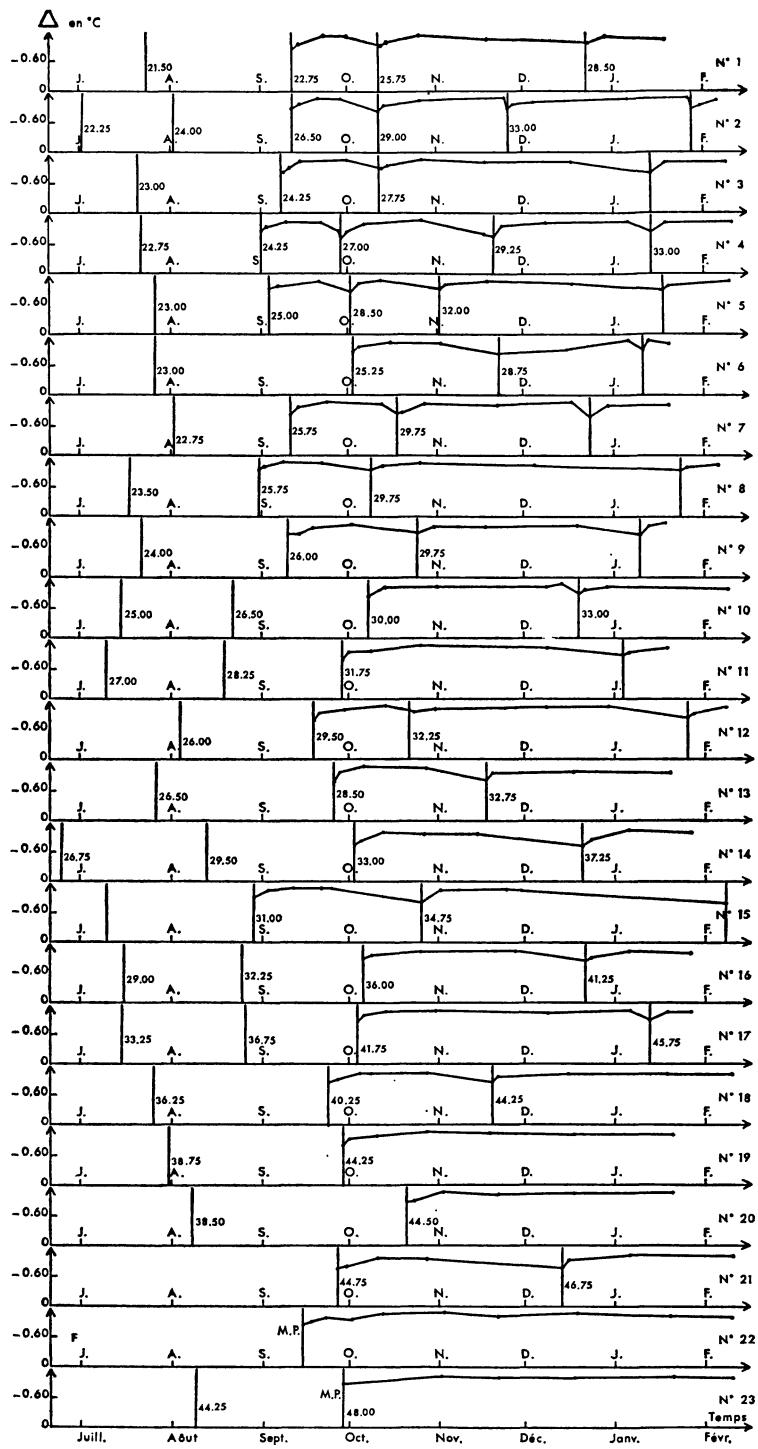


FIG. 12

Variations du  $\Delta$  de l'hémolymphé au cours de plusieurs intermues chez des *E. s.* maintenus en eau douce, à 20° C (les traits verticaux correspondent aux dates de mues, les chiffres placés à côté de ces traits donnent en mm la taille des crabes après la mue, les lettres MP indiquent que la mue est pubertaire).

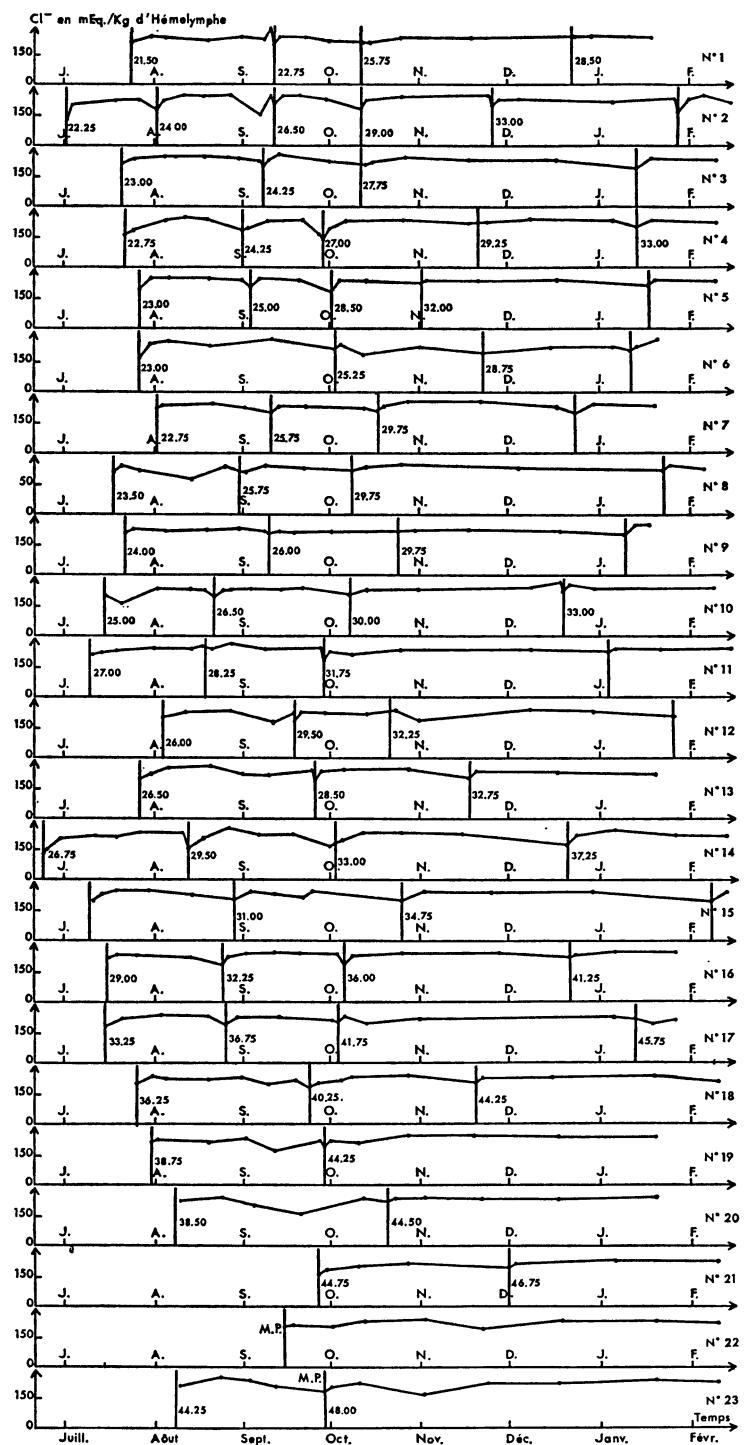


FIG. 13

Variations de la teneur en chlore de l'hémolymphe au cours de plusieurs intermues chez des *E. s.* maintenus en eau douce, à 20° C.

brusquement, à un moment bien précis du cycle de croissance ; il semble, au contraire, qu'elles s'accomplissent insensiblement au cours de toute la croissance des animaux et au fur et à mesure que les durées des intermues sont plus longues.

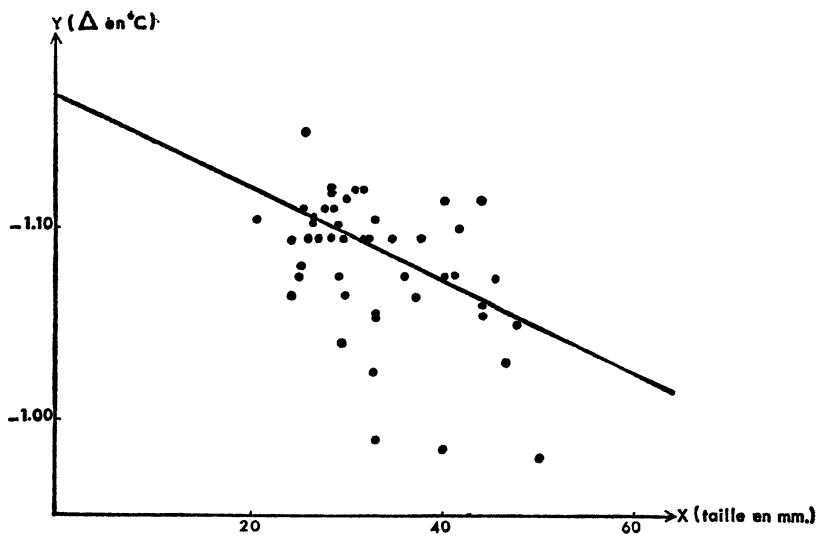


FIG. 14

Variations du  $\Delta$  de l'hémolymphe en fonction de la taille chez *E. s.* (le  $\Delta$  est représenté par sa valeur maximum au cours du cycle d'intermue, la droite tracée sur la figure est la ligne de régression de  $Y$  en  $X$ ).

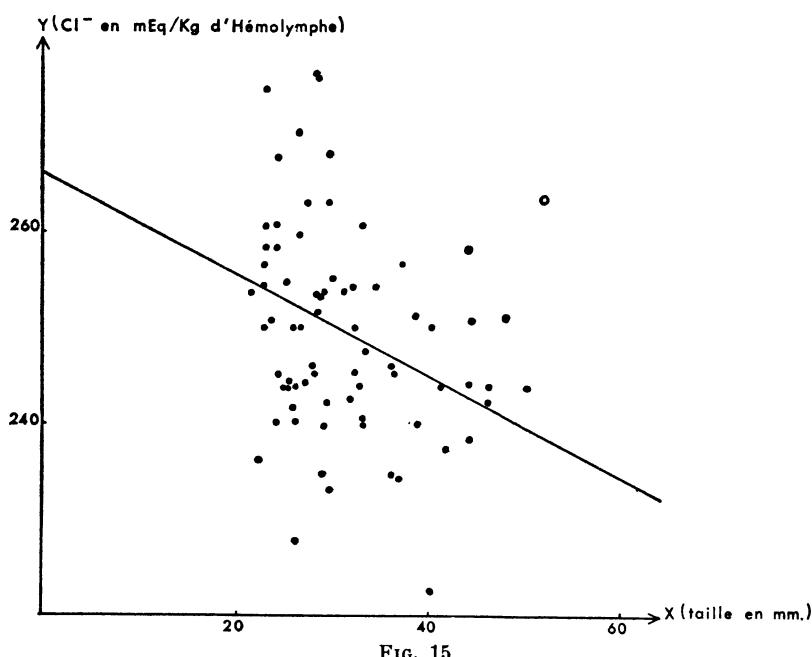


FIG. 15

Variations de la teneur en chlore de l'hémolymphe en fonction de la taille chez *E. s.* (le chlore est représenté par sa valeur maximum au cours du cycle d'intermue, la droite tracée sur la figure est la ligne de régression de  $Y$  en  $X$ ).

## B. Action endocrine des pédoncules oculaires.

### 1. Sur l'adaptation osmotique.

Carlisle (1955) a montré que l'ablation des pédoncules oculaires augmente la résistance de *Carcinus* vis-à-vis des basses salinités ; au contraire, l'injection d'extraits de la glande du sinus diminue la tolérance des animaux vis-à-vis des basses salinités. Nous avons recherché si l'ablation des pédoncules oculaires modifiait également la tolérance de l'*Eriocheir* vis-à-vis de la salinité du milieu extérieur.

300 crabes juvéniles de 1 cm de largeur sont placés individuellement dans des cristallisoirs renfermant 50 cm<sup>3</sup> d'eau renouvelée deux fois par jour. Les crabes sont répartis en six lots de 50 individus : lots A, B, C, D, E, F. Les crabes appartenant aux lots A, B et C sont mis en eau douce, les crabes appartenant aux lots D, E, F, en eau de mer. Après une période d'acclimatation de dix jours dans chaque milieu, les crabes appartenant aux lots A et D sont laissés dans leurs milieux respectifs et servent de témoins. Les individus des lots B, C, E, F subissent l'ablation des pédoncules oculaires ; corrélativement, ceux du lot B sont remis en eau douce, ceux du lot E en eau de mer. Les crabes des lots C et F sont respectivement transférés en eau de mer et en eau douce. 24 heures après le transfert des crabes dans leurs nouveaux milieux, on note les mortalités dans les différents lots. Ces mortalités sont exprimées en pourcentage dans le tableau VII.

TABLEAU VII

Pourcentages des mortalités chez des *Eriocheir* juvéniles adaptés à un milieu de salinité ou soumis à un choc osmotique après ablation des pédoncules oculaires.

Lots	Nature des lots	Mortalités (en pourcentage)
A	Crabes témoins adaptés à l'eau douce.	0
B	Crabes épédonculés adaptés à l'eau douce.	0
C	Crabes épédonculés transférés de l'eau douce à l'eau de mer.	8
D	Crabes témoins adaptés à l'eau de mer.	0
E	Crabes épédonculés adaptés à l'eau de mer.	4
F	Crabes épédonculés transférés de l'eau de mer à l'eau douce.	0

L'ablation des pédoncules oculaires est très bien tolérée par les crabes adaptés à l'eau douce ou transférés de l'eau de mer à l'eau douce ; on ne note, en effet, aucune mortalité parmi les animaux appartenant aux lots B et F. L'ablation des pédoncules oculaires détermine un taux de mortalité de 4 p. 100 chez les crabes adaptés à l'eau de mer (lot E) et de 8 p. 100 chez les crabes transférés de l'eau douce à l'eau de mer (lot C). Bien que ces taux de mortalité ne soient pas très élevés, ils montrent, comparativement aux résultats

obtenus dans les lots B et F, que l'ablation des pédoncules oculaires n'a pas d'action sur l'adaptation des crabes à l'eau douce mais qu'elle est susceptible de perturber leur adaptation à l'eau de mer.

### 2. Sur la concentration totale et sur les teneurs ioniques du sérum et de l'urine.

L'abaissement cryoscopique et les teneurs en chlore, sodium, potassium, calcium et magnésium du sérum et de l'urine sont déterminés, dix jours après l'ablation des pédoncules oculaires, sur cinq crabes maintenus en eau douce et sur sept crabes maintenus en eau de mer. Dans les deux milieux : eau douce et eau de mer, la composition minérale du sérum et de l'urine des crabes épédonculés ne diffère pas significativement, pour un coefficient de sécurité de 95 p. 100, de celle des crabes témoins. Les teneurs en calcium et en magnésium du sérum et de l'urine ne sont pas modifiées par l'épédonculation chez les crabes maintenus en eau douce enrichie en sels de calcium (taux de calcium égal à 28,56 mEq/l) ou de magnésium (taux de magnésium égal à 137,64 mEq/l). L'ablation des pédoncules oculaires ne semble donc pas avoir d'action sur la concentration en sels du sérum et de l'urine de l'*Eriocheir*; ce résultat négatif peut être lié toutefois à la dispersion assez forte de nos résultats expérimentaux.

### 3. Sur le débit urinaire.

Le débit urinaire est mesuré avant l'ablation des pédoncules oculaires et 24 heures après sur six crabes maintenus en eau douce et sur six crabes maintenus en eau de mer, à la température de 20° C. Les résultats sont rassemblés dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

Débit urinaire d'*Eriocheir sinensis*, avant et après ablation des pédoncules oculaires, en pourcentage du poids du corps par 24 heures.

Numéro des animaux	Crabes en eau douce		Numéro des animaux	Crabes en eau de mer	
	Débit urinaire avant l'ablation	Débit urinaire après l'ablation		Débit urinaire avant l'ablation	Débit urinaire après l'ablation
1	13,85	62,10	7	11,51	15,68
2	23,36	33,49	8	12,21	37,83
3	22,67	64,14	9	18,37	20,18
4	26,12	66,15	10	4,75	9,06
5	15,96	22,26	11	11,05	17,06
6	9,98	34,48	12	7,83	25,14
Moyennes	18,66 ± 2,57	47,10 ± 7,83		10,95 ± 1,88	20,82 ± 4,03

Dans les deux milieux : eau douce et eau de mer, le débit urinaire des crabes paraît augmenter à la suite de l'ablation des pédoncules oculaires ; l'accroissement est, en effet, statistiquement significatif, pour un coefficient de sécurité de 95 p. 100 chez les crabes maintenus en eau douce.

Chez beaucoup de Crustacés et notamment chez l'*Eriocheir*, l'ablation des pédoncules oculaires entraîne, lors de la mue, un

accroissement considérable de taille qui semble lié à une absorption accrue d'eau par les téguments ou les branchies (Koch, 1952 ; Carlisle, 1955 ; Carlisle et Knowles, 1959). Le complexe neurosécréteur des pédoncules oculaires pourrait donc avoir une action sur la perméabilité à l'eau de ces organes ainsi que l'indique, par ailleurs, son action sur la diurèse de l'*Eriocheir*.

#### 4. Conclusion.

L'ablation des pédoncules oculaires perturbe l'adaptation des *Eriocheir* à l'eau de mer et agit sur la diurèse des crabes placés dans les deux milieux : eau douce et eau de mer ; elle ne paraît pas avoir d'effets appréciables sur les concentrations et sur les teneurs ioniques du sérum et de l'urine. Les mortalités observées chez les crabes épédonculés ne sont donc pas liées à une modification de la régulation ionique du milieu intérieur en l'absence des pédoncules oculaires ; elles ne sont pas dues, d'autre part, à une altération de la régulation isosmotique intracellulaire car celle-ci n'est pas modifiée, lors de l'adaptation à l'eau de mer ou à l'eau douce chez les animaux épédonculés par rapport aux crabes normaux (Duchâteau-Bosson et Florkin, 1962).

Certains auteurs ont signalé une influence des pédoncules oculaires sur la composition et sur la concentration en sels de l'hémolymphé. Ainsi, chez *Orconectes virilis*, l'ablation des pédoncules oculaires effectuée chez des animaux en période normale d'intermue entraîne une diminution du taux de calcium libre dans l'hémolymphé ; ce taux diminue également après injection d'extraits de pédoncules oculaires prélevés sur des animaux en période de prémue (McWhinnie, 1962). Chez *Procambarus clarkii*, il y a augmentation du débit urinaire et diminution de la teneur en chlore de l'hémolymphé après ligature des pédoncules oculaires ; d'autre part, chez *Metopograpsus messor*, l'épédonculation entraîne, à la fois, une réduction de la régulation hyperosmotique et de la régulation hypoosmotique (Kamemoto, Kato et Tucker, 1966).

Ces résultats mettent en évidence le rôle des pédoncules oculaires dans le métabolisme du calcium, en relation, notamment, avec le phénomène de la mue. Les pédoncules oculaires peuvent avoir, d'autre part, avec le cerveau et le ganglion thoracique, une action sur la perméabilité des téguments à l'eau et aux sels (Kamemoto, Kato et Tucker, 1966). Les résultats que nous avons obtenus chez l'*Eriocheir* ne contredisent pas cette hypothèse.

#### IV. - CONCLUSION GÉNÉRALE.

L'étude du milieu intérieur et de l'excrétion urinaire d'*Eriocheir sinensis* en fonction de la salinité et des concentrations ioniques du milieu extérieur permet de préciser les modalités de la régulation osmotique et ionique de l'*Eriocheir* et le rôle des organes excréteurs dans cette régulation.

L'*Eriocheir* est une espèce hyperosmotique en eau douce, hypoosmotique en eau de mer et en eau de mer concentrée. Les taux des ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  et, à un moindre degré, ceux des ions  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{SO}_4^{--}$  dans le sérum varient d'une manière importante avec la salinité du milieu extérieur ; les taux des ions  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{++}$  sont beaucoup plus stables. La glande antennaire intervient dans la régulation osmotique et ionique du milieu intérieur en retenant les ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  chez les crabes placés en eau douce, en excrétant les ions  $\text{Mg}$  et  $\text{SO}_4^{--}$  chez les crabes placés en eau de mer et en eau de mer concentrée, en éliminant une quantité d'urine importante chez les crabes en eau douce. La régulation hypoosmotique de l'*Eriocheir* est caractérisée par une excréition abondante de magnésium et par une rétention importante de sodium dans l'urine, les deux phénomènes étant liés. La concentration des ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Mg}^{++}$  dans le sérum apparaît corrélative de la concentration de ces ions dans le milieu extérieur, l'excration des ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  semble dépendre essentiellement de la concentration totale en sels de ce milieu ; les taux du calcium sérique et du potassium urinaire sont plus indépendants vis-à-vis des facteurs externes.

L'étude du milieu intérieur d'*Eriocheir sinensis* en fonction des facteurs internes met en évidence une augmentation du  $\Delta$  et de la teneur en chlore de l'hémolymphe au début du cycle d'intermue ; ces valeurs se maintiennent ensuite à un niveau sensiblement stable pendant tout le reste du cycle. Les variations du  $\Delta$  et de la teneur en chlore de l'hémolymphe se répètent d'une manière identique d'une mue à l'autre chez des crabes de tailles très différentes et, notamment, chez les animaux qui subissent des mues accompagnées d'une vitellogenèse active : mue de prépuberté et mue de puberté. L'étude du milieu intérieur de l'*Eriocheir* dans les conditions expérimentales confirme, par conséquent, les résultats obtenus sur des crabes sacrifiés dans leur milieu naturel : la migration catadrome des *Eriocheir* adultes ne paraît pas liée à une modification brusque de l'équilibre hydrominéral de l'organisme lors de la maturité sexuelle (De Leersnyder, 1967). Cette étude expérimentale nous permet, également, de mettre en évidence une très légère diminution du  $\Delta$  et de la teneur en chlore de l'hémolymphe corrélative de l'accroissement de taille des animaux, résultat que nous n'avions pu mettre en évidence sur les crabes sacrifiés dans la nature. Enfin, l'étude du milieu intérieur et de l'excration urinaire chez des crabes normaux et épédonculés met en évidence l'influence des pédoncules oculaires sur la diurèse.

### Summary

Analysis of blood, urine and measures of the urinary flow are made on *Eriocheir sinensis* in experimental conditions. Variations are sought with external factors: salinity, ionic concentrations and with intermoult stage, sexual maturity and size of crabs. The action of the eyestalks is also investigated on osmotic adaptation, ionic regulation and urinary flow of crabs.

Ionic regulation of *Eriocheir sinensis* is specified. Excretion of magnesium and retention of sodium are found during the hypoosmotic regulation.

Freezing-point and  $\text{Cl}^-$  electrolytes vary in blood with intermoult stage and size of crabs. These variations go progressively with growth; they do not come abruptly with vitellogenesis. Ablation of the eyestalks is followed by a rise of the urinary flow.

### Zusammenfassung

Analysen über Blut und Harn und Bestimmungen der Harn Produktion werden über *Eriocheir sinensis*, auf erfahrungsmässigen Bedingungen, durchgeführt. Veränderungen sind mit äusseren Faktoren (Salzgehalt, Ionenkonzentrationen) und mit inneren Faktoren (Haüting, geschlechtlicher Reife und Grösse der Krabben) gesucht. Die Wirkung der Augenstiele auf osmotischem Widerstand, ionenregulatorischer Fähigkeit und Harn Produktion wird auch studiert.

Die ionenregulatorische Fähigkeit der Krabben ist bestimmt. Ausscheidung von Magnesium und Zurückbehaltung von Natrium in dem Harn sind durch die hypoosmotische Regulierung gefunden.

Der Gefrierpunkt und der Chloridgehalt des Bluts ändern während der Zeit zwischen zwei Häutungen und mit der Grösse der Krabben. Diese Veränderungen begleiten das Wachstum und sind nicht auf einer wichtigen Weise durch die geschlechtliche Reife beeinflusst. Amputation der Augenstiele verursacht eine Vergrösserung der Harn Produktion.

### INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BERGER, E., 1931. — Über die Anpassung eines Süßwasser — und eines Brackwasserkrebses an Medien von verschiedenem Salzgehalt. *Pflüg. Arch. ges. Physiol.*, 228, pp. 90-807.
- BETHE, A. et BERGER, E., 1931. — Variationen im Mineralbestand verschiedener Blutarten. *Pflüg. Arch. ges. Physiol.*, 227, pp. 571-584.
- CARLISLE, D.B., 1955. — On the hormonal control of water balance in *Carcinus*. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, 27, pp. 227-231.
- CARLISLE, D.B. et KNOWLES, F., 1959. — Endocrine control in crustaceans. *Cambridge Univ. Press, London and New York*, pp. 1-120.
- CONKLIN, R.E. et KROGH, A., 1939. — A note on the osmotic behaviour of *Eriocheir* in concentrated and *Mytilus* in dilute sea water. *Z. vergl. Physiol.*, 26, pp. 239-241.
- DE LEERSNYDER, M., 1962. — Sur le dosage du calcium dans des liquides biologiques riches en magnésium. *Mém. Soc. Nat. Sc. Nat. et Math.*, Cherbourg, 9, pp. 63-66.
- DE LEERSNYDER, M., 1967. — Le milieu intérieur d'*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards et ses variations. I. Etude dans le milieu naturel. *Cah. Biol. Mar.*, 8, pp. 195-218.
- DE LEERSNYDER, M. et HOESTLANDT, H., 1963-1964. — Variations du sérum et de l'urine en fonction de la salinité chez le crabe terrestre *Cardisoma armatum* Herklots. *Mém. Soc. Nat. Sc. Nat. et Math.*, Cherbourg, 51, 1, pp. 43-71.
- DRILHON, A. et PORTIER, J., 1939. — Régulation minérale de l'hémolymphe d'un crabe euryhalin *Eriocheir sinensis* (Milne-Edwards). *Bull. Inst. Océan.*, 769, pp. 1-6.
- DUCHATEAU-BOSSON, G.H. et FLORKIN, M., 1962. — Régulation isosmotique intracellulaire chez *Eriocheir sinensis* après ablation des pédoncules oculaires. *Arch. internat. Physiol. Bioch.*, 70, 3, pp. 393-396.
- GIFFORD, C.A., 1958. — Some aspects of osmotic and ionic regulation in the blue crab, *Callinectes sapidus*, and the ghost crab, *Ocypode albicans*. *Dissert. Abstr.*, U.S.A., 18, 5, p. 1905.
- GREEN, J.W., HARSCH, M., BARR, L. et PROSSER, C.L., 1959. — The regulation of water and salt by the fiddler crabs, *Uca pugnax* and *Uca pugilator*. *Biol. Bull.*, 116, 1, pp. 76-87.
- GROSS, W.J., 1959. — The effect of osmotic stress on the ionic exchange of a shore crab. *Biol. Bull.*, 116, 2, pp. 248-257.
- GROSS, W.J., 1961. — Osmotic tolerance and regulation in crabs from a hypersaline lagoon. *Biol. Bull.*, 121, 2, pp. 290-301.
- GROSS, W.J. et CAPEN, R.L., 1966. — Some functions of the urinary bladder in a crab. *Biol. Bull.*, 131, 2, pp. 272-291.
- GROSS, W.J. et MARSHALL, L.A., 1960. — The influence of salinity on the magnesium and water fluxes of a crab. *Biol. Bull.*, 119, 3, pp. 440-453.
- HOESTLANDT, H., 1948. — Recherches sur la biologie de l'*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards (Crustacé Brachyoure). *Ann. Inst. Océan.*, 24, 1, pp. 1-116.

- KAMEMOTO, F.I., KATO, K.N. et TUCKER, L.E., 1966. — Neurosecretion and salt and water balance in the Annelida and Crustacea. *Am. Zool.*, 6, pp. 213-219.
- KOCH, H.J.A., 1952. — Eye stalk hormones, post moult volume increase and nitrogen metabolism in the crab *Eriocheir sinensis* (M. Edw.) *Mededel. VI. Acad. Wet.*, 14, 14, pp. 3-11.
- MCWHINNIE, M.A., 1962. — Gastrolith growth and calcium shifts in the freshwater crayfish, *Orconectes virilis*. *Comp. Biochim. Physiol.*, 7, pp. 1-14.
- NAGEL, H., 1934. — Die Aufgaben der Exkretionsorgane und der Kiemen bei der Osmoregulation von *Carcinus maenas*. *Z. vergl. Physiol.*, 21, pp. 468-491.
- PARRY, G., 1955. — Urine production by the antennal glands of *Palaemonetes varians* (Leach). *J. Exp. Biol.*, 32, 2, pp. 408-422.
- PROSSER, C.L., GREEN, J.W. et CHOW, T.J., 1955. — Ionic and osmotic concentrations in blood and urine of *Pachygrapsus crassipes* acclimated to different salinities. *Biol. Bull.*, 109, 1, pp. 99-107.
- RIEGEL, J.A. et LOCKWOOD, A.P.M., 1961. — The role of the antennal gland in the osmotic and ionic regulation of *Carcinus maenas*. *J. Exp. Biol.*, 38, pp. 491-499.
- SCHLIEPER, C., 1929 a. — Über die Einwirkung niederer Salzkonzentrationen auf marine Organismen. *Z. vergl. Physiol.*, 9, pp. 478-514.
- SCHLIEPER, C., 1929 b. — Die Osmoregulation der Süßwasserkrebse. *Verh. Deutsch. Zool. Ges.*, pp. 214-218.
- SCHLIEPER, C., 1930. — Die Osmoregulation wasserlebender Tiere. *Biol. Rev.*, 5, pp. 309-356.
- SCHOLLES, W., 1933. — Über die Mineralregulation wasserlebender Evertebraten. *Z. vergl. Physiol.*, 19, pp. 183-236.