

[612.014.462.1]

Reçu le 4 Juin 1932.

RECHERCHES SUR LA RÉGULATION OSMOTIQUE
CHEZ L'ISOPODE MARIN, MESIDOTEA ENTOMON [L]

par M. BOGUCKI.

(Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki à Varsovie).

(3 figures).

L'ENSEMBLE des animaux aquatiques se divise, suivant la nomenclature de HÖBER (1926), en deux grands groupes : les animaux *homéosmotiques* et *poécilosmotiques*. Le premier groupe comprend tous les Vertébrés (excepté les Sélaciens) dont le sang, grâce à l'existence d'un mécanisme osmorégulateur, est caractérisé par une pression osmotique constante et qui diffère de celle du milieu ambiant. La pression osmotique du sang est chez les Vertébrés marins inférieure ; par contre, chez les Vertébrés d'eau douce, elle est supérieure à celle du milieu extérieur. En outre, au même groupe d'animaux homéosmotiques appartiennent les Invertébrés d'eau douce, dont le sang possède toujours une pression osmotique plus élevée que celle du milieu.

Le deuxième groupe est représenté par les Invertébrés marins, le sang de ces animaux ayant toujours la même pression osmotique que celle de l'eau de mer. Les variations dans la salinité de la mer provoquent les mêmes variations dans la salinité du sang chez ces animaux.

Les Sélaciens constituent un groupe de passage entre les animaux poécilosmotiques et homéosmotiques. Leur sang est isotonique avec l'eau de mer, mais la concentration des sels y contenus est inférieure à celle du milieu. L'inégalité de la concentration des sels dans le milieu extérieur et intérieur est compensée par la présence d'une quantité notable d'urée dans le sang (SCHRÖDER, 1890).

Selon Léon FREDERICQ (1922) on peut formuler toutes ces diverses relations apparaissant entre le milieu intérieur et extérieur chez les organismes aquatiques de la façon suivante :

1. Les organismes homéostotiques :

a) Les Vertébrés marins.....	Δ	du sang	$< \Delta$	du milieu
	S ‰	»	$< S$ ‰	»
b) Les animaux d'eau douce..	Δ	»	$> \Delta$	»
	S ‰	»	$> S$ ‰	»
2. Les Sélaciens	Δ	»	$= \Delta$	»
	S ‰	»	$< S$ ‰	»
3. Les organismes poécilosmoti-	Δ	»	$= \Delta$	»
ques.....	S ‰	»	$= S$ ‰	»

D'après cette définition, les organismes poécilosmotiques (= Invertébrés marins) sont dépourvus du mécanisme osmorégulateur et par conséquent leur sang est isotonique au milieu extérieur comme on l'a constaté pour un bon nombre d'espèces (BOTTAZZI, 1925, LÉON FREDERICQ, 1904, 1922).

La concentration moléculaire du sang de ces organismes subit les mêmes variations auxquelles est sujet le milieu extérieur.

Pendant, déjà LÉON FREDERICQ (1904) a rencontré parmi les animaux examinés par lui une exception à cette règle. C'est le cas de *Carcinus moenas*; chez lequel la concentration des sels dans le sang ne suit pas exactement les variations de la salinité du milieu.

Les recherches ultérieures plus détaillées de DUVAL (1925) et de SCHLIEPER (1928) ont confirmé pleinement ce fait exceptionnel. Les faits analogues constatés par les mêmes auteurs chez les autres animaux aussi bien que les travaux de BAUMBERG et OLMSTED (1928), de HYKES (1930) et d'autres auteurs suggèrent des doutes sur la justesse d'englober tous les Invertébrés marins dans la catégorie des organismes poécilosmotiques.

Le présent travail constitue une nouvelle preuve que la faculté osmorégulatrice est propre aussi aux Invertébrés marins.

Matériel et méthodes

J'ai employé comme objet de mes recherches l'isopode *Mesidotea entomon* [L], animal très commun sur les côtes polonaises de la Baltique. Ces crustacés étant très résistants aux changements des conditions extérieures, il m'était possible de les transporter à Varsovie emballés dans des plantes marines mouillées d'eau.

L'eau de mer artificielle employée au cours de mes expériences

était préparée d'après les indications modifiées de Mc CLENDON. Sa composition était la suivante : NaCl — 28.27 gr./L, KCl — 0.76 gr./L, CaCl₂ — 1.22 gr./L, MgCl₂ — 5.1 gr./L, MgSO₄ — 7.03 gr./L, NaBr — 0.08 gr./L, NaHCO₃ — 0.21 gr./L. Par la dilution avec de l'eau douce on obtenait des séries de milieux marins à concentration décroissante : cette eau de mer diluée cinq fois correspondait, par le degré de la salinité, à l'eau de la Baltique.

Les petits aquariums renfermant 2 litres d'eau, par 20 animaux, étaient placés dans une cave où la température variait entre 5-10° C. Chaque jour on faisait passer par l'eau des aquariums un courant d'air pendant 1 heure environ. L'eau des aquariums était renouvelée tous les 5 jours.

Dans ces conditions, les animaux vivent sans aucun trouble visible comme le démontrent la vivacité habituelle de leurs mouvements, l'appétit normal et les mues, observés au cours de plus de cinq mois : de février à juillet 1931.

L'hémolymphé était extraite des animaux au moyen d'une pipette par la piqûre pratiquée dans la membrane unissant le 4^e et le 5^e anneaux thoraciques.

Comme l'hémolymphé extraite de cette façon se coagule complètement au bout de quelques minutes, on employait pour l'analyse des composés minéraux et pour la détermination de la pression osmotique, le sérum qui se séparait du coagulat après quelques heures. Le sérum d'une couleur jaune-paille devient bleuâtre au contact de l'air, ce qui paraît indiquer la présence de l'hémocyanine dans le sang de ces animaux.

La pression osmotique du sérum était mesurée par la méthode cryoscopique, au moyen de l'appareil de DECKHUYZEN.

Les composés minéraux du sérum furent déterminés par les méthodes suivantes :

K : par la méthode de KRAMER et TISDALL (1921).

Na : par la méthode de BARRENSCHEN et MESSINER (1927).

Ca : par la méthode de DE WAARD (1919) modifiée par HECHT (1923).

Mg : par la méthode de KRAMER et TISDALL (1921) combinée avec la méthode de BRIGGS (1922) d'après les indications de BIALASZEWICZ (1926).

Cl : par la méthode de WHITEHORNE (1921).

P : par la méthode de BRIGGS (1922).

S : par la méthode gravimétrique comme BaSO₄.

Les résultats obtenus étaient contrôlés dans chaque série par l'analyse d'une solution à concentration connue.

La pression osmotique et la composition minérale du sérum

La petite quantité de l'hémolymphe qu'on peut extraire d'un seul animal (0.5-1 cc.) a nécessité l'emploi du sérum provenant d'un assez grand nombre d'individus, environ 50, afin de déterminer l'abaissement du point de congélation.

Les mesures de l'abaissement du point de congélation du sérum, exécutées 3 fois (août, décembre, février), ont donné les valeurs suivantes pour le Δ : 1.23°, 0.96° et 1.02°, en moyenne $\Delta = 1.07^\circ$. Le Δ de l'eau de la Baltique est égal à 0.41°.

On voit d'ici que la concentration moléculaire du sérum de *Mesidotea* est deux fois et demie plus grande que celle de l'eau ambiante. La différence considérable entre la pression osmotique du milieu intérieur et extérieur de *Mesidotea* est due, en premier lieu, à la concentration différente des composés minéraux dans ces deux milieux, comme nous le montre le tableau I contenant les résultats de l'analyse du sérum et celle de l'eau de la Baltique.

TABLEAU I.
Composition minérale du sérum de *Mesidotea entomon*
comparée à celle de l'eau de la Baltique.

	Sérum mgr. p. 1 cc.	Eau de la Baltique mgr. p. 1 cc.
K	0.24	0.07
Na	4.64	1.88
Ca	0.50	0.11
Mg	0.28	0.24
Cl	7.30	3.60
P	0.04	—
S	0.23	0.19

Excepté le Mg et S, dont la concentration dans les deux milieux est identique, et aussi le P qui ne se trouve pas dans l'eau de la Bal-

tique, tous les autres composés minéraux examinés sont plus concentrés dans le sérum que dans l'eau de mer.

En supposant que le magnésium se trouve dans le sérum sous forme de sulfate et les autres métaux sous forme de chlorures, on a préparé une solution des sels respectifs ayant la même concentration qu'on a trouvée dans le sérum. Le Δ de cette solution s'est montré inférieur à celui du sérum de 20% environ, étant égal à 0.83°. On peut donc admettre à la suite de cette différence que le sérum contient à côté des composés minéraux, aussi des substances organiques actives au point de vue osmotique.

TABLEAU II.

Quantité des différents composés correspondant à 100 gr. Cl en gr.

	Sérum	Eau de mer
Cl	100	100
Na	63.57	52.22
K	3.29	1.94
Ca	6.85	3.06
Mg	3.84	6.66
P	0.55	—
S	3.15	5.28

La concentration absolue du magnésium, comme nous l'avons vu, est la même dans le sérum que dans l'eau de mer ; pourtant on trouve une différence considérable entre la concentration relative de cet ion par rapport à la concentration du chlore qu'on trouve dans le milieu intérieur et extérieur de l'animal. Le tableau II nous montre que le rapport Mg : Cl dans l'eau de mer est égal à 6.66/100, tandis que dans le sérum, il est de 3.84/100.

Dans le but de vérifier si la teneur en sels de l'hémolymphe ne présente pas des variations notables d'un individu à un autre, on a choisi les plus grands exemplaires de *Mesidotea*, mesurant 7-8 cm. de longueur, et on a déterminé la teneur en chlore dans le sérum de chaque exemplaire séparément. Les résultats respectifs sont présentés dans le tableau III.

TABLEAU III.
Variations de la teneur en chlore dans l'hémolymphe.

N° de l'animal	Teneur en Cl mgr. p. 1 cc.	Annotations
1	10.6	Sérum
2	11.2	
3	10.0	
4	9.8	
5	11.0	
6	10.7	
7	8.3	Hémolymphe non coagulée
8	8.6	
Eau de mer artificielle	4.3	

Comme on le voit, les quantités du chlore trouvées dans 1 cc. de sérum sont ici plus grandes que dans le sérum provenant des individus pris directement de l'eau naturelle de la Baltique (tableau I). Cette différence est probablement causée par la teneur plus forte en chlore de l'eau de mer artificielle (4.3 mgr. pour 1 cc.) dans laquelle ces animaux étaient mis.

A part les animaux nos 7 et 8 (tableau III), dont l'hémolymphe n'a pas coagulé, nous voyons que les différences individuelles de la teneur en Cl dans le sérum ne s'élèvent pas au dessus de 14%.

Les résultats présentés dans les tableaux I et II démontrent que le sang de *Mesidotea* et l'eau ambiante diffèrent, l'un de l'autre, aussi bien par la concentration des sels dissous que par les rapports entre les différents composés minéraux. *Ces faits prouvent, que le Mesidotea possède des mécanismes osmorégulateurs et chémorégulateurs qui permettent à cet animal de maintenir l'indépendance de son milieu intérieur vis-à-vis du milieu ambiant.* A ce point de vue, les *Mesidotea* se comportent comme les Invertébrés homéosmotiques d'eau douce.

D'après les données de la littérature écologique (EKMAN, 1919,

1920, GURJANOVA, 1930), *Mesidotea entomon* est un animal euryhalin. On le rencontre dans les estuaires des rivières de l'Asie du Nord, où l'eau de mer est plus ou moins désalée comme celle de la mer Baltique, mais en outre il habite aussi les eaux douces. Il a été trouvé notamment dans certains lacs de la Suède (Vätter) et de la Russie (Ladoga) et dans les rivières de la Sibérie. Dans les mers arctiques à salinité normale, *Mesidotea entomon* ne se rencontre pas. Là il est remplacé par *Mesidotea sibirica* ([B] qui, selon EKMAN, constitue l'espèce-souche du genre *Mesidotea*.

Conformément aux expériences d'APSTEIN (1923), exécutées sur *Mesidotea entomon* provenant de la Baltique, il ressort, que cet animal supporte également l'eau douce : l'animal mis dans ce milieu y survit plusieurs jours.

La question se pose devant nous si la teneur en sels de l'hémolymphe de *Mesidotea* ne subit pas de variations dans les milieux à salinité différente dans lesquels on rencontre ces animaux.

Pour répondre à cette question on a exécuté les expériences dont les résultats sont exposés dans le chapitre suivant.

Partie expérimentale

Pour apprécier les variations de la concentration des sels de l'hémolymphe par rapport à celles du milieu ambiant, on déterminait la teneur en chlore dans le sérum des animaux vivants dans les milieux à concentration croissante.

Comme milieu extérieur était employée l'eau de mer artificielle (voir la partie méthodique) diluée d'eau douce à un degré voulu.

Le pH des milieux ainsi préparés, déterminé colorimétriquement, variait entre 7.2-7.8.

Pour chaque détermination de la teneur en chlore dans le sérum, on recueillit l'hémolymphe de 3 à 5 animaux suivant leur grandeur.

Le tableau IV nous présente les résultats d'une série d'expériences dont la durée ne dépassait pas 8 jours.

Il ressort des chiffres présentés dans ce tableau, que la teneur en Cl du sérum augmente au fur et à mesure que la concentration du milieu s'élève, et que le nouvel équilibre entre le milieu intérieur et extérieur ne s'établit qu'après quelques jours.

TABLEAU IV.

Teneur en Cl du sérum des *Mesidotea* dans l'eau de mer à concentration croissante.

Teneur en Cl du milieu mgr./1 cc.	Teneur en Cl du sérum en mgr. pour 1 cc. après		
	40 heures	70 heures	168 heures
20.0	18.0	19.1	19.2
12.5	13.8	13.8	14.9
10.0	11.7	14.4	13.6
3.9	10.2	10.2	10.2
eau douce	8.3 (1)	6.2 (2)	—

Les *Mesidotea* mis dans le milieu isotonique (10 mgr. Cl. par 1 cc.), augmentent après 40 heures la concentration en Cl de leur sérum, jusqu'à 11.7 mgr. pour 1 cc. et après 8 jours, jusqu'à 13.6 mgr. Ainsi se manifeste ici la tendance de l'organisme en question à maintenir l'hypertonie de son milieu intérieur par rapport au milieu ambiant.

La même tendance est également visible chez les animaux mis dans le milieu hypertonique (12.5 mgr. Cl pour 1 cc.). Après 40 heures du séjour des animaux dans ce milieu, la teneur en chlore du sérum dépasse déjà celle du milieu extérieur de 10% et après 8 jours, de 19%. Par contre, la même tendance ne s'accroît pas chez les animaux mis dans le milieu plus concentré, correspondant à l'eau de mer océanique. Après un séjour de 8 jours des animaux dans ce milieu, la teneur en chlore de leur sérum atteint à peine celle du milieu.

Les courbes présentées dans la figure 1 illustrent les résultats donnés dans le tableau IV.

Le rapport entre la teneur en chlore du sérum (Cl_s) et celle du milieu (Cl_m) subit des variations considérables à mesure que la concentration du milieu augmente et après 8 jours il se présente comme suit :

	$\frac{Cl_s}{Cl_m}$
1) Dans l'eau de la Baltique (3.9 mgr. Cl pour 1 cc.).....	2.6
2) Dans l'eau de mer diluée à 50% (10 mgr. Cl pour 1 cc.)....	1.4
3) Dans l'eau de mer diluée à 66% (12.5 mgr. Cl pour 1 cc.)..	1.2
4) Dans l'eau de mer non diluée (20 mgr. Cl pour 1 cc.).....	0.96

(1) Après 24 heures.

(2) Après 53 heures.

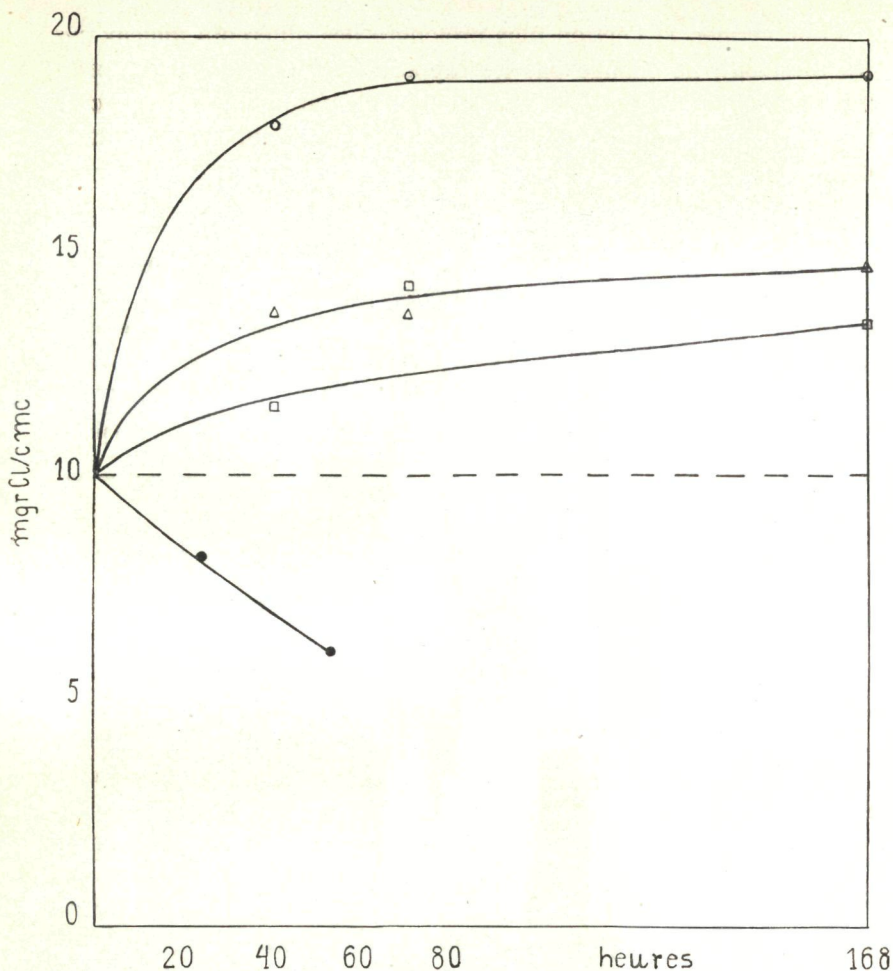


FIG. 1. — Courbes de la teneur en chlore du sérum de *Mesidotea* soumis à l'action des différents milieux : ●, eau douce ; ---, eau de la Baltique ; □, eau de mer à 50% (10 mgr. Cl pour 1 cc.) ; Δ, eau de mer à 66% (12.5 mgr. Cl pour 1 cc.) ; ○, eau de mer (20 mgr. Cl pour 1 cc.).

Ces chiffres nous démontrent, que l'hémolymphe de *Mesidotea*, étant fortement hypertonique dans le milieu naturel, devient de moins en moins hypertonique au fur et à mesure que la concentration du milieu augmente, et dans l'eau de mer non diluée elle devient isotonique. Dans ce dernier cas, le rapport $\frac{Cl_s}{Cl_m}$ approche de l'unité comme chez la majorité des Invertébrés marins.

Pour vérifier, si l'action plus prolongée des différents milieux sur les *Mesidotea* ne change pas les rapports établis ci-dessus entre la teneur en chlore du sérum et celle du milieu environnant, on a exécuté une autre série d'expériences d'une durée de 31 jours. Les résultats de celles-ci sont résumés dans le tableau V.

TABLEAU V.

Teneur en chlore du sérum des *Mesidotea* provenant de l'eau de mer à concentration croissante.

Teneur en Cl du milieu mgr. p. 1 cc.	Teneur en Cl du sérum en mgr. pour 1 cc. après				
	4 jours	7 jours	18 jours	31 jours	125 jours
28.5	27.0	—	—	—	—
20.0	20.0	20.4	21.5	20.8	20.0
15.0	15.3	16.2	16.6	16.0	—
10.0	12.3	12.3	12.4	13.0	—
4.1	9.8	—	—	—	—
0.9	—	—	—	8.6	—
eau douce	5.5 ⁽¹⁾	4.6	—	—	—

Les résultats de cette série d'expériences ne diffèrent pas de ceux de la série précédente.

Les courbes de la figure 2 présentent les variations de la teneur en chlore du sérum en fonction de celle du milieu.

Dans les milieux dont la teneur en chlore est comprise entre 15-20 mgr. pour 1cc., la teneur en chlore du sérum des *Mesidotea* ne se distingue presque pas de celle du milieu. Entre ces limites de la concentration du milieu, le tracé de la courbe I (fig. 2) présentant la teneur en chlore du sérum est parallèle et très rapprochée de celle de la courbe II (fig. 2) présentant la teneur en chlore du milieu. Ces deux courbes s'éloignent ensuite l'une de l'autre d'autant plus sensiblement que la concentration du milieu diminue.

Ainsi nous voyons que dans les milieux dont la concentration est rapprochée de celle du milieu océanique, les *Mesidotea* se comportent comme les animaux poéilosmotiques, la teneur en chlore de leur hémolymphe étant presque identique à celle du milieu. Et par contre,

(¹) Après 3 jours.

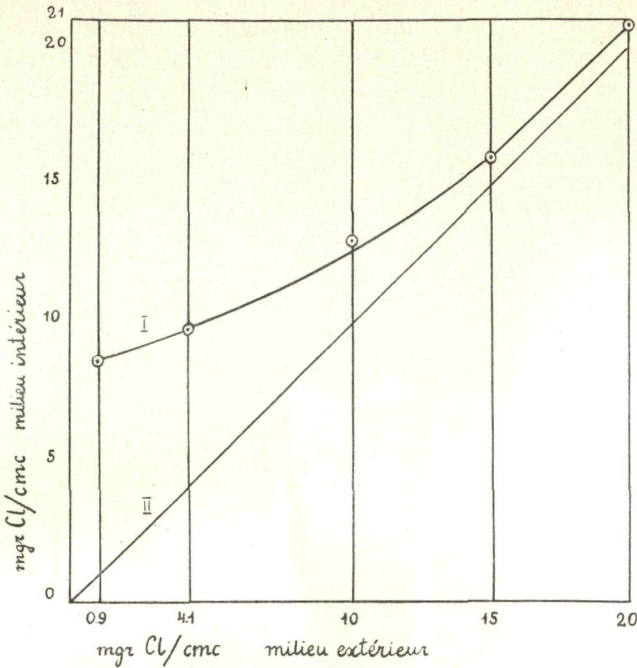


FIG. 2. — Courbe de la teneur en chlore du sérum en fonction de la concentration du milieu extérieur. Durée de l'expérience 31 jours.

dans les milieux dilués, la différence entre la concentration du chlore dans les milieux intérieur et extérieur de ces animaux s'accroît d'autant plus que la dilution du milieu ambiant devient plus forte.

Ce fait trouve son expression dans les variations du rapport $\frac{Cl_s}{Cl_m}$ en fonction de la concentration du milieu. Ce rapport après un mois de séjour des animaux dans les différents milieux se présente comme suit :

- | | |
|--|---------------------|
| | $\frac{Cl_s}{Cl_m}$ |
| 1) Dans l'eau de la Baltique diluée à 1/4 (0.93 mgr. Cl p. 1 cc.). | 9.5 |
| 2) Dans l'eau de la Baltique non diluée (3.75 mgr. Cl p. 1 cc.).. | 2.6 |
| 3) Dans l'eau de mer diluée à 50% (10 mgr. Cl p. 1 cc.)..... | 1.3 |
| 4) Dans l'eau de mer diluée à 75% (15 mgr. Cl p. 1 cc.)..... | 1.07 |
| 5) Dans l'eau de mer non diluée (20 mgr. Cl p. 1 cc.)..... | 1.04 |

Tandis que dans les milieux concentrés (4 et 5) le rapport $\frac{Cl_s}{Cl_m}$

est pratiquement égal à l'unité, il augmente dans les milieux dilués (1, 2, 3) s'élevant jusqu'à 9.5 dans le milieu où la concentration du chlore est de 0.93 mgr. pour 1 cc. Dans les milieux dilués, le *Mesidotea* se comporte donc comme un organisme homéostotique, son hémolymphe devenant hypertonique par rapport au milieu extérieur.

Il faut tenir compte du fait que la différence entre la teneur en chlore du milieu intérieur et extérieur des *Mesidotea* n'apparaît que chez les animaux vivants. Le sérum des individus morts au cours de l'expérience ne diffère que très peu du milieu ambiant au point de vue de la teneur en chlore. Ainsi, par exemple, le sérum des animaux morts dans l'eau de la Baltique, extrait quelques heures après la mort, ne contenait que 5.5 mgr. Cl pour 1 cc. au lieu de 10 mgr. qu'on a trouvé chez les animaux vivants. L'individu mort au bout de 8 jours de séjour dans le milieu hypertonique (12.5 mgr. pour 1 cc.) ne contenait que 12.7 mgr. Cl dans 1 cc. de sérum, tandis que chez les individus vivants on a trouvé dans ces conditions 14.9 mgr. Cl.

Les animaux transférés dans l'eau douce manifestaient déjà le troisième jour des indices d'un état pathologique : ils perdaient leur voracité habituelle, leurs réactions aux excitations mécaniques devenaient de plus en plus faibles et les mouvements respiratoires des pattes abdominales devenaient moins énergiques et moins fréquents. Toutes ces manifestations étaient accompagnées d'un abaissement progressif de la teneur en chlore de leur sérum (fig. 3) où elle diminue jusqu'aux 4.6 mgr. pour 1 cc. après 4 jours de l'expérience. Chez les animaux laissés dans l'eau de la Baltique, la teneur en chlore du sérum était égale à 10 mgr. pour 1 cc. La survie de ces animaux dans l'eau douce dépassant 4 jours n'était observée qu'exceptionnellement.

La teneur en chlore du sérum des animaux transférés dans l'eau distillée diminue plus rapidement encore que chez les animaux mis dans l'eau douce, comme nous le montre l'expérience suivante. On a choisi un des plus grands individus (8 cm. de longueur), lequel après un lavage dans l'eau distillée a été mis dans un cristalliseur contenant 50 cc. d'eau distillée. Après 20 heures, quand toutes les manifestations vitales de l'animal étaient fortement affaiblies, on a extrait l'hémolymphe qui renfermait 5.5 mgr. Cl pour 1 cc. En outre, on a constaté que l'eau distillée dans laquelle l'animal était plongé au cours de l'expérience contenait 8.5 mgr. de chlore.

Les expériences exécutées dans l'eau douce et dans l'eau distillée

nous indiquent que la diminution de la teneur en chlore du sérum des *Mesidotea* mis dans ces milieux, est la conséquence de la diffusion des composés minéraux de l'hémolymphe dans l'eau ambiante. Les manifestations pathologiques mentionnées plus haut qui accompagnent la diminution de la teneur en composés minéraux de l'hémolymphe sont d'autant plus prononcées que cette diminution devient plus rapide.

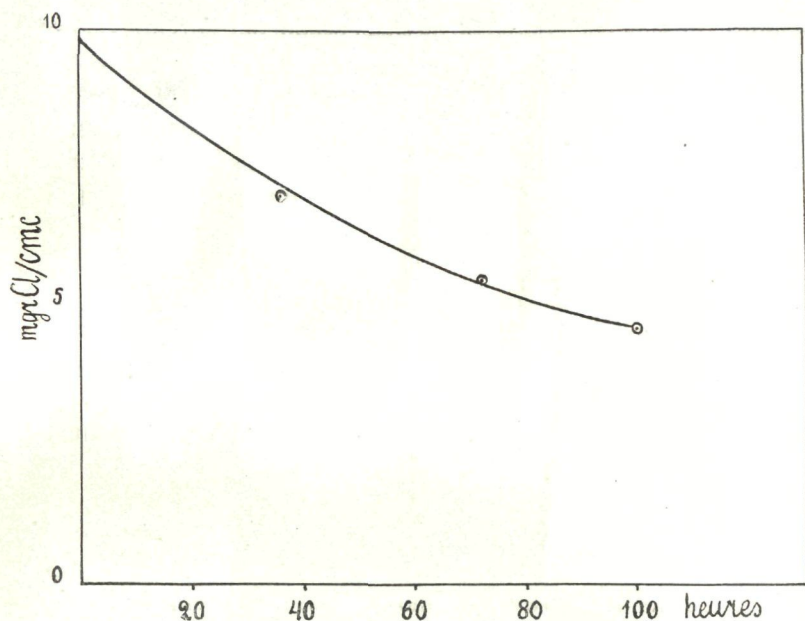


FIG. 3. — Courbe de la teneur en chlore du sérum de *Mesidotea* mis dans l'eau douce.

Le fait qu'il y a des variétés de *Mesidotea* habitant l'eau douce nous permet de supposer que l'adaptation lente au milieu dessalé n'abolit pas le fonctionnement du mécanisme osmorégulateur de cet animal ; c'est ce qui a lieu dans le cas d'un passage brusque de cet organisme d'un milieu marin au milieu d'eau douce.

Il ressort donc de nos recherches, que le *Mesidotea entomon* possède un mécanisme osmorégulateur dont le fonctionnement se manifeste le plus nettement dans les milieux marins où la salinité est inférieure à 75% de l'eau océanique (15 mgr. Cl. pour 1 cc.) et que le fonctionnement de ce mécanisme tend à maintenir l'hypertonie de l'hémo-

lymphe par rapport au milieu extérieur. Dans les milieux marins dont la teneur en sels est rapprochée de celle de l'eau de mer océanique (15-20 mgr. Cl pour 1 cc.) l'hémolymphe de *Mesidotea* devient isotonique avec le milieu ambiant.

Conclusions générales

Les résultats de nos recherches sur *Mesidotea* s'accordent bien avec ceux des recherches analogues de DUVAL (1925). Les variations de la salinité du sang chez *Carcinus moenas*, étudié par DUVAL, vis-à-vis de celles de l'eau de mer, sont identiques à celles que nous avons trouvées chez *Mesidotea*. Et ces cas ne sont pas uniques.

SCHLIEFER (1928) a signalé les phénomènes analogues chez *Eryochelr sinensis*, *Carcinus moenas*, *Cancer pagurus*, *Nereis diversicolor*. Le sang de ces animaux mis dans l'eau de mer diluée devient hypertonique par rapport au milieu.

BAUMBERG et OLMSTED (1928) ont constaté au cours de leurs recherches sur les crabes (*Pachygrapsus crassipes* et *Callinectes sapidus*) que la pression osmotique du sang de ces animaux à l'époque de la mue devient supérieure à celle de l'eau de mer.

D'après HYKES (1930), *Beroe ovata* supporte bien l'eau de mer diluée (75%). Dans ce milieu hypotonique, le poids de l'animal augmente d'abord, pour diminuer ensuite au-dessous de la valeur initiale.

La pression osmotique du sang chez l'*Artemia salina* présente, selon Medvedeva (1927), des variations très peu sensibles par rapport aux variations de la pression osmotique du milieu ambiant.

L'échelle des concentrations de l'eau de mer que certaines espèces peuvent supporter est très étendue. Ainsi, d'après KREPS (1926), *Balanus balanoides* et *Balanus crenatus* supportent les milieux dont la teneur en sels varie de 0 à 70 ‰, le mollusque *Haminea hydatis* (SCORDIA, 1927), supporte également des variations considérables de la salinité, allant (chez les individus adultes) de 10 à 52 ‰, et, à l'état jeune même, jusqu'à 70 ‰. Il est difficile de supposer que ces organismes soient dépourvus du mécanisme osmorégulateur et que la teneur en sels de leur sang puisse suivre exactement les variations de la salinité du milieu.

Les exemples mentionnés nous démontrent que l'isotonie du sang des Invertébrés marins avec leur milieu extérieur est loin d'être un trait général pour tous ces organismes.

Il est à noter que les variations de la salinité du sang des Invertébrés d'eau douce en fonction de celles du milieu ont le même caractère qui a été constaté chez les Invertébrés marins euryhalins.

D'après les recherches de CALUGAREANU (1915) sur l'*Anodonta* et d'après celles de DUVAL (1928) sur *Planorbis*, *Lymnea* et *Anodonta*, le sang de tous ces animaux devient de moins en moins hypertonique au milieu, à mesure que la salinité de ce dernier augmente. A un certain degré de la concentration de sels dans le milieu, le sang des animaux en question devient isotonique au liquide qui les baigne.

Les mêmes phénomènes ont été observés chez les Crustacés d'eau douce, *Telphusa fluviatilis* (DUVAL, 1925) et *Potamobius astacus* (HERMANN, 1931).

Il faut mentionner en outre que l'indépendance du milieu intérieur vis-à-vis du milieu extérieur s'exprime non seulement par la différence entre la teneur en sels dans ces deux milieux. A cette différence s'associe une autre concernant les rapports quantitatifs entre les différents ions. La différence en question ressort nettement de l'analyse du sang de *Mesidotea* aussi bien que des analyses de BETHE (1931), et des recherches expérimentales de BIALASZEWICZ (1930) sur la régulation de la composition minérale du sang chez *Maja squinado*.

Les faits mentionnés nous permettent de conclure que l'ensemble des Invertébrés aquatiques présente une échelle de transitions graduelles entre les organismes marins poécilosmotiques, animaux sténohalins, et les organismes d'eau douce, homéosmotiques. Les formes de passage entre ces deux types extrêmes sont représentées par les organismes euryhalins dont le sang dans le milieu océanique est isotonique et par contre dans les milieux dilués il devient hypertonique par rapport au milieu ambiant, comme c'est le cas pour les Invertébrés d'eau douce.

Résumé

1. La pression osmotique de l'hémolymphe de *Mesidotea* ($\Delta = 1.07^\circ$) est plus de deux fois supérieure à celle de l'eau de la Baltique ($\Delta = 0.41^\circ$)

2. La composition minérale de l'hémolymphe de *Mesidotea* se distingue de celle de l'eau de mer, aussi bien par la concentration des sels que par le rapport quantitatif des différents ions.

3. *Mesidotea* supporte sans troubles visibles des concentrations de l'eau de mer très variées : depuis celle de l'eau de mer océanique

(20 mgr. Cl pour 1 cc.) jusqu'à l'eau de la Baltique, diluée à 25% (0.93 mgr. Cl pour 1 cc.).

4. Dans les milieux concentrés (15-20 mgr. Cl pour 1 cc.), le sang de *Mesidotea* est isotonique au milieu extérieur. A mesure que la concentration du milieu extérieur diminue, la concentration des sels dans le sang diminue aussi, mais moins vite et, par conséquent devient hypertonique vis-à-vis des milieux dilués.

5. Les *Mesidotea* perdent vite dans l'eau douce le chlore de leur sang et succombent en peu de jours.

LITTÉRATURE

- APSTEIN, C., 1923. Weiteres über Glyptonotus entomon. *Wissensch. Meeresuntersuch.*, XV, H. 1. — BARRENSCHEEN, H. K. und L. MESSINER, 1927. Eine kolorimetrische Mikrobestimmung des Natriums. *Biochem. Zeitschr.*, CLXXXIX, 308. — BAUMBERG, J. P. and I. M. D. OLMSTED, 1928. Changes in the osmotic pressure and water content of crabs during the molt cycle. *Physiol. Zool.*, I, 351. — BETHE, A., 1928. Jonendurchlässigkeit der Körperoberfläche von wirbellosen Tieren des Meeres, als Ursache der Giftigkeit von Seewasser abnormer Zusammensetzung. *Pflüg. Arch.*, CCXXI, 344. — BETHE, A. und E. BERGER, 1931. Variationen im Mineralbestand verschiedener Blutarten. *Pflüg. Arch.*, CCXXVII, 571. — BIALASZEWICZ, K., 1926. O składzie mineralnym komórek jajowych (Sur la composition minérale des cellules-œufs). *Trav. Inst. Nencki*, Varsovie, III, n° 52; *Public. della Stazione Zool. di Napoli*, VIII, 355. — BIALASZEWICZ, K., 1930. Badania nad zjawiskami regulowania składu mineralnego cieczy ciała. 1. Doswiadczenia nad krabem *Maja squinado*. *Acta Biol. Experim.*, V, 57 (Recherches sur la régulation de la composition minérale dans les liquides organiques. 1. Expériences exécutées sur le crabe, *Maja squinado*. *Acta Biol. Experim.*, V, 57). — BOTTAZZI, F., 1925. Cytoplasma und Zellsäfte. *Winterstein's Handb. der vergl. Physiol.*, I. — BRIGGS, A. P., 1922. A modification of the Bell-Doisy phosphate method. *Jour. of biol. Chem.*, LIII, 13. — CALUGAREANU, 1915. Recherches chimiques et physico-chimiques sur le sang de l'Anodonte. *Bull. Section scient. de l'Acad. Roumaine*, VII, 216. — DUVAL, M., 1925. Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. Modifications sous l'influence du milieu extérieur. *Ann. de l'Inst. Océanogr.*, Nouv. sér. III, 233. — DUVAL, M., 1928. Concentration moléculaire du sang de quelques Mollusques d'eau douce. *Ann. de Physiol.*, IV, 27. — EKMAN, S., 1919. Studien über die marine Relikte der nordeuropäischen Binnengewässer. *Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrogr.*, VIII, 477. — FREDERICQ, L., 1904. Sur la concentration moléculaire du sang et des tissus chez les animaux aquatiques. *Arch. de Biol.*, XX, 709. — FREDERICQ, L., 1922. Action du milieu marin sur les Invertébrés. *Arch. intern. de Physiol.*, XIX, 309. — GURJANOWA, 1930. Beiträge zur Fauna der Crustacea Malacostraca des arctischen Gebietes. *Zool. Anzeig.*, LXX XVI, 231. — HECHT, G., 1932. Bestimmung des Organalkales nach de Waard. *Bioch. Zeitschr.*, CXLIII, 342. — HERRMANN, F., 1931. Ueber den Wasserhaushalt des Flusskrebses. *Zeitschr. f. vergl. Physiol.*, XIV, 479. — HÖBER, R., 1926. Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. Leipzig. — HYKES, O. V., 1930. Résistance des Cténophores du genre *Beroe* dans l'eau de mer diluée. *C. R. Soc. Biol.*, CIII, 355. — ISSEL, R. A., 1927. A proposito di organismi eurialini e di narcosi osmotica. *Boll. Mus. Genova*, VII, 15. — KRAMER, B. and F. F. TISDALL, 1921. A. Clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. *Journ. of biol. Chem.*, XLIV, 339. — KRAMER, B. and

F. F. TISDALL, 1921. A simple technique for the determination of calcium and magnesium in small amounts of serum. *Journ. of Biol. Chem.*, XLVII, 475. — KREPS, E., Ueber den Einfluss auf die littoralen Balanidaeformen der Veränderungen in der Salzkonzentration des umgebenden Mediums. *Journ. russe de Physiol.*, IX, 121. — MC CLENDON, J., F. C. GAULT and S. MULHOLLAND, 1917. The hydrogen-ion concentration, CO₂ tension and CO₂ content of sea-water. *Papers from Dep. Marine Biology of Carnegie Institut.*, IX, 23. — MEDWEDEWA, N. B., 1927. Ueber osmotischen Druck der Hämolymphe von *Artemia salina*. *Zeitschr. f. Vergl. Physiol.*, V, 547. — QUINTON, R., 1912. L'eau de mer, milieu organique, 2^e éd. Paris, Masson. — SCORDIA, C., 1927. Eurialinita di un mollusco opistobranchio allo stato giovanile. *Riv. di Biol.*, IX, 17. — SCHLIEPER, C., 1929. Ueber Einwirkung niederer Salzkonzentrationen auf marine Organismen. *Zeitschr. f. vergl. Physiol.*, IX, 478. — SCHRÖDER, W., 1890. Ueber die Harnstoffbildung der Haifische. *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, XIV, 576. — WHITEHORN, J. C., 1921. A system of blood analysis. Simplified method for the determination of chlorides in blood plasma. *Journ. of biol. Chem.*, XLV, 449.
