

SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA BRANCHE

PAR

LÉON FREDERICO

Professeur à l'Université de Liège.

I. CRUSTACÉS.

J'ai montré, dans un travail publié en 1884¹, que la proportion de sels solubles contenue dans le sang des Crustacés (et des Invertébrés marins en général) peut varier dans des limites fort larges (de 0,94 à 3,39 pour 100, soit plus que du simple au triple), suivant la composition saline du milieu extérieur, c'est-à-dire suivant la richesse en sels de l'eau dans laquelle vivent ces animaux. Cette proportion est au minimum chez l'Écrevisse de rivière (0,94 pour 100), au maximum (3,39 pour 100) chez les Crustacés de Banyuls et de Naples, vivant dans l'eau très salée de la Méditerranée.

J'ai pu, à court intervalle, faire varier du simple au double la proportion de sels du sang des *Carcinus maenas*, en transportant ces animaux successivement dans de l'eau plus ou moins salée. Ceux qui vivent à Roscoff, dans l'eau de mer, ont plus de 3 pour 100 de sels dans leur sang. Placés dans de l'eau de mer (densité, 1026) diluée avec de l'eau douce, de manière que le mélange ne marquât plus que 1015 à l'aréomètre, ce qui correspond environ à 1,90 pour 100 de sels, les Crabes se dessalèrent à tel point, que leur sang ne contenait plus que 1,99 pour 100 de sels solubles.

¹ Archives de zoologie expérimentale et générale et Livre jubilaire de la Société de médecine de Gand, 1884.

Dans de l'eau de mer plus diluée encore, cette proportion s'abaissa à 4,56 pour 100.

Je transcris ici le tableau résumant les résultats de ces expériences :

Proportion saline du sang des crustacés.

ESPÈCE ANIMALE.	SANG.		EAU DANS LAQUELLE VIVAIT L'ANIMAL.	
	DENSITÉ.	QUANTITÉ de sels en gr. dans 100 gr. de sang.	DENSITÉ.	PROPORTION de sels.
Astacus fluviatilis.....	»	0.94	»	Eau douce.
Carcinus mœnas.....	»	1.48	?	Eau saumâtre.
»	»	1.65	1007	0.9 environ.
»	»	1.56	1010	1.3 »
»	»	1.99	1015	1.9 »
»	»	3.001	1025	3.40
»	»	3.007	»	»
»	»	3.040	1026	3.41
Homarus vulgaris.....	»	3.101	»	3.40
Platycarcinus pagurus...	1037	3.104	»	»
»	1036	2.9	»	»
Palinurus vulgaris.....	»	3.045	»	»
Maja squinado.....	»	3.37	?	3.9
»	»			

C'est vraisemblablement à travers les branchies que s'établit cet échange de sels entre le sang et l'eau extérieure. La mince membrane branchiale jouerait là un rôle analogue à celui de la membrane d'un dialyseur. Elle permettrait le passage des sels avec la même facilité avec laquelle elle se laisse traverser par l'oxygène et par l'acide carbonique dans l'acte respiratoire.

Cette assimilation des téguments branchiaux du Crabe avec la membrane inerte d'un dialyseur n'est pas nécessairement infirmée par le fait que la proportion absolue de sels solubles peut présenter certaines différences entre les deux liquidés en présence : sang et eau de mer.

Ainsi, chez les Crabes vivant dans l'eau saumâtre, et surtout chez l'Écrevisse, le sang contient notablement plus de sels que l'eau extérieure. Au contraire, le sang des Crustacés d'eau de mer est toujours

un peu moins riche en sels que l'eau qui baigne la branchie. La présence de substances colloïdes dissoutes dans le sang (hémocyanine, albumines, etc.) peut, en effet, modifier les conditions de l'équilibre osmotique entre le sang et l'eau de mer; en d'autres termes, il est possible que cet équilibre osmotique soit atteint, sans que la quantité absolue de sels solubles contenue dans les deux liquides, sang et eau de mer, soit rigoureusement la même.

C'est ce que semblent indiquer les deux expériences suivantes :

Deux Crabes Maja (n° 1 et n° 2), ayant séjourné, à l'aquarium du laboratoire Arago, dans de l'eau de mer contenant 39^g,55 de sels par litre, furent saignés par la section des pattes, le 30 mai 1890. Un échantillon de sang de chacun de ces Crabes (10 centimètres cubes pour le numéro 1, et 20 centimètres cubes pour le numéro 2, mesurés à la pipette) fut enfermé dans un tube de verre; chaque tube fut immédiatement scellé à la lampe. Le reste du sang de chaque Crabe fut introduit dans un dialyseur formé d'un boyau de papier parchemin; le dialyseur lui-même fut suspendu, avec les précautions usuelles, dans un vase de verre contenant l'eau de mer dans laquelle l'animal avait vécu. Une grande cloche de verre, renversée sur le tout, formait chambre humide et s'opposait à l'évaporation.

L'eau de mer extérieure fut changée au bout de vingt-quatre heures et l'expérience arrêtée au bout d'un nouvel intervalle de vingt-quatre heures. Des échantillons de sang dialysé furent prélevés, mesurés à la pipette et renfermés dans des tubes scellés.

A mon retour à Liège, les différents tubes furent ouverts et leur contenu analysé¹. Je constatai que, pour le Crabe n° 1, il y avait,

¹ Chaque tube fut vidé dans un petit creuset de porcelaine, puis lavé à l'eau distillée. Le sang et les eaux de lavage furent évaporés à sec au bain-marie, de manière à coaguler les matières albuminoïdes. Le résidu sec fut repris par l'eau chaude pour dissoudre la plus grande partie des sels solubles. L'extrait aqueux fut évaporé à sec au bain-marie, puis incinéré avec précaution jusqu'à ce qu'il ne se dégageât plus de vapeurs empyreumatiques. Le résidu insoluble de matières albuminoïdes fut pareillement incinéré jusqu'à production d'un charbon ne dégageant plus de produits empyreumatiques. Le produit des deux incinérations fut réuni, épuisé par l'eau distillée. La solution saline ainsi obtenue fut filtrée à travers un très petit filtre. La

après dialyse, une diminution légère de la proportion des sels (3,20 pour 100 de sels pour un échantillon ; 3,476 pour 100 pour l'autre, après dialyse, au lieu de 3,39 pour 100 avant dialyse). Pour le Crabe n° 2, la quantité de sels trouvée avant la dialyse, et après celle-ci, était exactement la même : 3,34 pour 100.

La dialyse n'a en rien modifié le sang du numéro 2, et à peine altéré la composition du sang du numéro 1. L'équilibre osmotique salin était donc déjà atteint, dans le corps de l'animal, entre le sang et le milieu extérieur constitué par l'eau de mer. La branchie du Maja se comporte, pendant la vie, comme la membrane inerte du dialyseur.

II. POISSONS.

Chez les Poissons, le milieu intérieur, le sang, subit d'une façon moins étroite l'influence de la composition saline du milieu extérieur. Le sang des Poissons de mer n'est pas beaucoup plus salé que celui des Poissons d'eau douce. La proportion de sels peut y dépasser légèrement 1,5 pour 100, mais ne semble pas pouvoir atteindre 2 pour 100, quoique l'eau de mer (mer Méditerranée) contienne près de 4 pour 100 de sels.

A première vue, il semble donc que la branchie des Poissons, qui laisse passer avec la plus grande facilité les gaz de la respiration, oppose, au contraire, une barrière infranchissable à la diffusion des sels de l'eau de mer extérieure.

Mais ne pourrait-il se faire que la présence des matières albumineuses et les eaux de lavage du filtre furent évaporées à sec au bain-marie dans un petit creuset, puis soumises un instant à une vive chaleur et enfin pesées dans le creuset couvert, après refroidissement complet dans l'exciccateur.

Voici les résultats de ces analyses :

MAJA n° 1. *Avant dialyse* : 10 centimètres cubes fournirent 0^{gr},339 de sels solubles, soit 3^{gr},39 pour 100 centimètres cubes. — *Après dialyse* : a. 25 centimètres cubes fournirent 0^{gr},825, soit 3,20 pour 100 de sels ; b. 25 centimètres cubes fournirent 0^{gr},794, soit 3,176 pour 100 de sels.

MAJA n° 2. *Avant dialyse* : 20 centimètres cubes fournirent 0^{gr},668, soit 3,34 pour 100 de sels. — *Après dialyse* : 25 centimètres cubes fournirent 0^{gr},835, soit 3,34 pour 100 de sels.

noïdes, non diffusibles, modifie ici, comme chez les Crustacés et dans une mesure plus large, les conditions de l'équilibre osmotique? Cet équilibre ne saurait-il être atteint, quoique la proportion de sels du sang ne représente pas la moitié de celle de l'eau extérieure?

Le meilleur moyen de résoudre la question, c'est de recourir à l'expérience directe. J'ai recueilli, à Banyuls, sur plusieurs exemplaires de Raies et sur une Centrine, des échantillons de sang puisés dans le cœur et les sinus veineux, ainsi que des échantillons de sérosité péritonéale. Une partie de ces liquides a été soumise à la dialyse vis-à-vis de l'eau de mer, dans des boyaux de papier parchemin, pendant une, deux ou trois fois vingt-quatre heures.

Des échantillons de liquide dialysé et non dialysé, mesurés à la pipette, puis scellés sur place à la lampe dans des tubes de verre, furent analysés à Liège, avec les mêmes précautions que pour les échantillons de sang de Maja.

Le tableau suivant contient le résultat de ces analyses :

AVANT LA DIALYSE.

<i>Raie.</i>	Sérum sanguin.....	1 ^{er} ,77	sels pour 100 cent. cub.
	Sérum mélangé de liquide péritonéal....	1 ,92	—
	Sang.....	1 ,62	—
	Liquide péritonéal.....	1 ,93	—
<i>Centrine.</i>	Sérum.....	1 ,72	—
	Somme.....	3 ^{er} ,96	sels pour 100 cent. cub.
	Moyenne.....	1 ,79	—

APRÈS LA DIALYSE.

<i>Raie.</i>	Sérum.....	3 ^{er} ,28	sels pour 100 cent. cub.
	Sérum.....	3 ,44	—
	Sang.....	3 ,668	—
	Liquide péritonéal et sérum.....	3 ,43	—
	Liquide péritonéal.....	3 ,53	—
	Liquide péritonéal.....	3 ,44	—
<i>Centrine.</i>	Sang.....	2 ,87	—
	Somme.....	23 ^{er} ,658	sels pour 100 cent. cub.
	Moyenne.....	3 ,379	—

L'eau de mer contenait 3^{sr},955 de sels pour 100 centimètres cubes.

On voit qu'après la dialyse, la teneur en sels est presque doublée dans le sang, le sérum et le liquide péritonéal de la Raie et de la Centrine. L'équilibre osmotique était loin d'être atteint entre le sang et l'eau extérieure, comme il l'est chez les Crustacés. La branchie de la Raie et de la Centrine s'oppose donc à l'établissement de cet équilibre. La paroi branchiale ne se comporte pas sous ce rapport comme une membrane indifférente, inerte; elle laisse passer les *gaz*, *oxygène* et *acide carbonique*, mais elle arrête les *sels*. Elle fait un véritable choix parmi les substances dissoutes dans l'eau extérieure¹. C'est probablement le revêtement épithélial extérieur des lamelles branchiales qui est ici l'agent actif de cette sélection: l'endothélium des vaisseaux y contribue peut-être.

Il y aurait ici un rapprochement à faire entre cette fonction des éléments épithéliaux de la branchie et la propriété que possèdent également les épithéliums glandulaires de faire un choix parmi les matériaux en dissolution que leur offre la lymphe ou le sang. Les cellules glandulaires admettent les uns et repoussent les autres.

Il serait intéressant de rechercher et de doser, dans le sang des Poissons, le sucre, l'urée, etc. Il est probable que la paroi de la branchie, qui s'oppose à l'entrée des sels de l'eau de mer, s'oppose pareillement à la sortie du sucre et des autres substances diffusibles qui peuvent être utiles à l'organisme.

Je suis heureux d'exprimer ici toute ma gratitude à M. le professeur de Lacaze-Duthiers. Après m'avoir, à quatre reprises différentes,

¹ On pourrait faire une autre hypothèse pour expliquer le fait que le sang ne contient que 1,79 pour 100 de sels, alors que l'eau de mer en contient plus du double (3,95 pour 100).

Un autre organe, le rein par exemple, se chargerait de débarrasser constamment l'organisme de l'excès de sels, au fur et à mesure que la branchie les laisse entrer. Cette hypothèse me paraît bien improbable. Aussi ne la discuterai-je pas.

fait jouir de l'hospitalité de ses laboratoires de Roscoff, il a bien voulu m'accueillir à Banyuls avec la même libéralité. C'est grâce à l'excellente organisation du laboratoire Arago que j'ai pu mener à bonne fin, sans perte de temps, la récolte des matériaux de ce petit travail.

J'ai également à remercier le personnel du laboratoire Arago et spécialement M. Prouho, sous-directeur.
