

## NOTE SUR LA CONCENTRATION MOLÉCULAIRE DES TISSUS SOLIDES CHEZ LES ANIMAUX AQUATIQUES

par LÉON FREDERICQ.

(Station biologique de Roscoff et Laboratoire de Physiologie de la Stazione Zoologica de Naples).

LA concentration moléculaire et la teneur en sels du milieu extérieur (eau de mer plus ou moins salée, eau douce) exercent une influence très inégale sur la composition des liquides nourriciers (sang, hémolymphe) qui constituent le milieu intérieur, chez les différents animaux aquatiques.

Comme BUNGE, QUINTON et moi-même l'avons montré, le milieu nourricier intérieur des animaux marins se confond primitivement plus ou moins avec l'eau de mer extérieure. A mesure que l'organisme se perfectionne, le milieu intérieur s'isole plus ou moins du milieu extérieur, les surfaces d'échange (branchies, intestin) devenant de moins en moins perméables.

On peut, comme je l'ai montré, distinguer trois cas ou stades, A, B, C :

*Stade A.* — J'ai montré en 1882-1884 (1) que le milieu intérieur (sang, hémolymphe) présente approximativement la même teneur saline (rapportée à un même poids d'eau) que le milieu extérieur (eau de mer) chez les invertébrés marins. BOTTAZZI est arrivé au même résultat en ce qui concerne la concentration moléculaire (valeur de  $\Delta$  voisine de celle de l'eau de mer), ce que j'ai pu confirmer dans un travail ultérieur. La branchie paraît chez ces animaux perméable à la fois aux sels et à l'eau.

(1) LÉON FREDERICQ. Influence du milieu extérieur sur la composition saline du sang chez quelques animaux aquatiques. *Bull. Acad. R. Belgique*, 1882 (3), IV. Composition saline du sang et des tissus des animaux marins. *Libre jubil. Soc. méd. Gand*, 1884, 271. Influence du milieu ambiant sur la composition du sang des animaux aquatiques. *Arch. zool. expér.*, 1885, 2<sup>e</sup> sér. III, 34. La physiologie de la branchie et la pression osmotique du sang de l'écrevisse. *Bull. Acad. R. Belgique*, 1898, (3) XXXV, 831-833. Sur la perméabilité de la membrane branchiale. *Bull. Acad. R. Belgique*, (Cl. Sc.) 1901, n° 2, 68-70. Sur la concentration moléculaire du sang et des tissus chez les animaux aquatiques. *Bull. Acad. R. Belgique* (Cl. Sc.) 1901, n° 8, 428-454. *Ibid. Arch. de Biol.*, 1904, XX.

Voir aussi : FIL. BOTTAZZI. Osmotischer Druck und elektrische Leitfähigkeit der Flüssigkeiten der einzelligen, pflanzlichen und elektrischen Organismen. *Ergebnisse der Physiologie*, 1908, VII, 160.

*Stade B.* — Le sang ou milieu intérieur présente la même concentration moléculaire que l'eau de mer dans laquelle vit l'animal, mais sa teneur en sels est beaucoup plus faible : le complément de concentration moléculaire est atteint grâce à la présence de substances organiques dissoutes dans le sang. Ce stade est représenté par le sang des poissons plagiostomes, à faible teneur saline (1 à 1.5 ‰), mais contenant 2 ‰ d'urée. Chez ces animaux, la branchie est donc imperméable pour les sels dissous, mais l'est jusqu'à un certain point pour l'eau. Elle se comporte comme une membrane semi-perméable.

*Stade C.* — Le sang présente une concentration moléculaire et une teneur saline très différentes de celle de l'eau extérieure. La branchie si perméable aux gaz, ne laisse passer ni l'eau, ni les substances dissoutes. Sang des poissons osseux, tant marins que d'eau douce. Sang des invertébrés d'eau douce, notamment de l'écrevisse. Tous les animaux d'eau douce paraissent être à ce stade C.

Les tissus solides des animaux marins nous montrent une évolution analogue (stades A, B, C) ; eux aussi s'isolent et s'émancipent graduellement de l'influence du *milieu extérieur* qui s'exerce par l'intermédiaire du *milieu intérieur*. Mais chez eux, cet isolement est réalisé beaucoup plus tôt que pour les liquides nourriciers. Les tissus de la plupart des invertébrés marins en sont déjà au stade B (faible teneur saline, concentration moléculaire élevée) alors que leur sang en est au stade A typique.

Dans mes précédentes recherches, la concentration moléculaire des tissus solides des animaux aquatiques avait été déterminée par des procédés indirects et peu précis : procédé de la balance de Westphal, procédé de la détermination de  $\Delta$  dans les extraits aqueux ramenés approximativement à leur concentration initiale.

J'ai eu en 1902 (1) l'idée de chauffer à 100° en tubes clos les tissus dont il s'agissait de déterminer la concentration moléculaire. Les tissus se rétractent par la cuisson et laissent suinter à leur surface une assez grande quan-

(1) LÉON FREDERICQ. Cryoscopie des solides de l'organisme. Procédés et résultats. *Bull. Acad. méd. Belg.* 29 nov. 1902, et *Arch. Biol.*, 1904, XX, 738-744. Sur la concentration moléculaire des tissus des animaux d'eau douce. *Ann. Soc. méd. Gand*, vol. LXXXIV, 1904. *Livre jubilé offert à R. Baddaert*, et *Arch. intern. Physiol.*, 1905, II, 127.

tité d'un liquide qui représente le suc du tissu, débarrassé de ses matières albuminoïdes. Ce suc a sensiblement le même point de congélation que le tissu frais lui-même.

J'ai refait au moyen de cette méthode quelques déterminations de concentration moléculaire (valeur de  $\Delta$ ) dans les tissus d'un certain nombre d'animaux aquatiques. Je range les résultats trouvés dans les mêmes catégories A, B, C que pour les liquides nourriciers.

A. Tissus solides présentant même concentration moléculaire et approximativement même teneur saline que l'eau de mer extérieure.

Tissus gonflés d'eau des méduses et autres animaux pélagiques. *Ascidia mamillata* ( $\pm$  % sels solubles,  $\Delta$  identique à celui de l'eau de mer).

Suc des tissus cuits de *Pleurobranchæa Meckelii*  $\Delta = 2^{\circ}.07$ .

B. Tissus solides présentant une concentration moléculaire voisine de l'eau de mer, mais une teneur saline très inférieure (sels 0.5 à 2 %) à celle du milieu extérieur (sels : 4 % Méditerranée; 3.5 % Océan, Manche, Mer du Nord) (1).

Il faut ranger ici les tissus solides de la plupart des invertébrés marins et ceux des poissons plagiostomes.

Ces tissus sont extrêmement riches en substances organiques diverses, ce qui contribue à rehausser leur valeur culinaire.

J'ai constaté que la concentration moléculaire des tissus des mêmes animaux est un peu plus élevée à Naples qu'à Roscoff, quoique la différence me paraisse un peu plus faible que celle de la concentration de l'eau de mer de la Manche comparée à celle de la Méditerranée. La concentration moléculaire (valeur du point de congélation  $\Delta$ ) a été déterminée au moyen de l'appareil de BECKMAN. Quand la quantité de liquide était très petite, il était introduit dans l'appareil de BECKMAN, modifié par BURIAN.

Le tableau suivant contient les valeurs trouvées pour  $\Delta$ . J'y ai joint la teneur en sels telle qu'elle résulte de mes propres déterminations anciennes.

(1) Cinq déterminations de  $\Delta$  m'ont donné en Août et Septembre 1910 pour l'eau de mer des aquariums de Roscoff des valeurs voisines de —  $2^{\circ}$  :  $1^{\circ}99$ ,  $1^{\circ}97$ ,  $1^{\circ}97$ ,  $1^{\circ}95$ ,  $1^{\circ}95$ .

Cinq déterminations de  $\Delta$  de l'eau de l'aquarium de Naples, exécutées en avril et mai 1911, ont donné  $2^{\circ}16$ ,  $2^{\circ}18$ ,  $2^{\circ}185$ ,  $2^{\circ}19$ ,  $2^{\circ}20$ . Bottazzi avait trouvé des valeurs un peu plus élevées :  $2^{\circ}29$  en moyenne.

Espèce animale	Organe	Localité	$\Delta$	Sels en %
<i>Haliotis tuberculata</i>	muscles	Roscoff	1°97	1.95
<i>Sepia officinalis</i>	muscles	Roscoff	1°87, 1°87, 1°89 1°97, 1°98	
<i>Octopus vulgaris</i>	muscles	Naples	1°96	1.76, 1.91
		Roscoff	1°92, 1°95	
		Naples	2°06, 2°08, 2°11 2°12, 2°14	
<i>Eledone moschata</i>	muscles	Naples	2°09	1.45, 1.49
<i>Homarus vulgaris</i>	muscles	Ostende	1°80	1.5 à 1.8 (1)
		Roscoff	1°97	
<i>Palinurus vulgaris</i>	muscles	Ostende	1°88	1.44, 1.51
		Naples	2°125	
<i>Torpedo ocellata</i>	organe électrique	Naples	2°16	
<i>Scyllium catulus</i>	muscles	Naples	2°14	

Les organes de la plupart des invertébrés marins et ceux des poissons plagiostomes sont donc isotoniques avec le milieu nourricier intérieur. Mais ce dernier est, au moins chez les invertébrés marins, beaucoup plus riche en sels que le milieu intérieur. C'est comme si les échanges se faisaient entre les tissus et le milieu intérieur nourricier à travers des systèmes de membranes semipermeables.

C. Tissus solides présentant une concentration moléculaire et une teneur saline très différente de celle du milieu extérieur. Il faut ranger ici les tissus solides des poissons osseux tant d'eau douce que d'eau de mer, ainsi que ceux des invertébrés d'eau douce.

*Poissons osseux marins.*

Espèce animale	Organe	Localité	$\Delta$	Sels en %
<i>Clupea aurita</i>	muscles	Naples	1°13	1.65 (2)
<i>Scomber scomber</i>			1°08	1.7 (2)
<i>Scorpaena porcus</i>	muscles	Naples	0°78	
<i>Crenilabrus pavo</i>	muscles	Naples	0°70, 0°68 (2)	

(1) D'après HEMALA, *Maly's Jahresber.* 1889.

(2) Le sang de *Crenilabrus pavo* m'avait fourni en 1901 les valeurs de  $\Delta = -0°76$  et  $-0°74$ .

(3) D'après ALMÉN (*Maly's Jahresber. f. Thierchemie*, VII, 1877, p. 308).

*Animaux d'eau douce.*

Espèce animale	Organe	Δ
Cyprinus carpio	muscles	0°67, 0°69
Leuciscus cephalus	muscles	0°69
Anguilla vulgaris	muscles	0°83
Astacus fluviatilis	muscles	0°74, 0°80