

PHYSIOLOGIE. — Action du milieu marin sur les animaux
Invertébrés,

par LÉON FREDERICQ, membre de l'Académie.

(*Strazione zoologica de Naples.*)

Dans l'évolution progressive qui isole finalement l'être vivant du milieu marin dans lequel il vit, j'ai distingué trois étapes ou trois stades A, B, C.

Au stade primitif A, qui caractérise le milieu intérieur des Invertébrés marins, ce milieu est à la fois en *équilibre osmotique* et en *équilibre salin* avec le milieu extérieur, l'eau de mer.

Au stade B, qui caractérise les tissus solides des Invertébrés marins supérieurs, ainsi que le sang et les tissus des Poissons plagiostomes, l'*équilibre osmotique global* est réalisé, mais non l'*équilibre salin*.

Au stade C, qui caractérise le sang et les tissus des Vertébrés (à l'exception des Plagiostomes), il y a *indépendance complète* entre le sang et les tissus, d'une part, et le milieu extérieur, de l'autre, tant au point de vue salin qu'à celui de la pression osmotique. L'isolement parfait est atteint.

Mes expériences ont porté sur les Invertébrés, c'est-à-dire sur les stades A et B.

En faisant varier le degré de concentration saline en plus ou en moins, ou la composition qualitative du milieu marin, j'ai constaté que ce milieu peut exercer sur les *Invertébrés* deux actions très différentes, qui parfois se contrarient jusqu'à un certain point.

Il faut distinguer ici :

I. — Une action générale, purement physique, dépendant de la *concentration moléculaire* globale de l'eau de mer, mais

indépendante de sa composition qualitative et produisant ses effets uniquement par transport d'eau, suivant les lois de l'*isotonie*. Cette action, qui s'exerce à bref délai, est semblable à celle que les solutions salines *hypotoniques* ou *hypertoniques* exercent sur les hématies de notre sang. Une Méduse, comme un globule rouge, gonfle par absorption d'eau dans les solutions hypotoniques, elle se ratatine par sortie d'eau dans les solutions hypertoniques jusqu'à ce que l'équilibre de concentration moléculaire soit atteint. Sa surface se comporte comme une membrane *semi-perméable* (1).

Si l'organisme est placé dans de l'eau de mer additionnée d'une quantité exagérée d'eau douce, son milieu intérieur, dilué outre mesure par absorption d'eau, devient impropre à la vie : l'animal est malade ou meurt. La limite nuisible varie un peu d'un animal à l'autre ou d'un organe à l'autre. La dilution de l'eau de mer par un égal volume d'eau douce est déjà fatale à beaucoup de *Crustacés*, de *Mollusques* et d'*Échinodermes*. Les *Méduses*, les *Moules* supportent des degrés de dilution poussés beaucoup plus loin.

Comme pour les expériences sur les globules rouges du sang des *Mammifères*, c'est bien une question physique de *concentration moléculaire* qui joue ici le principal rôle. On peut, en effet, compenser, jusqu'à un certain point, les effets de la dilution, en remplaçant les sels manquants par de la saccharose, de la dextrose ou de l'urée en proportion isosmotique ou *équimoléculaire* 10 % saccharose, 5 % dextrose, 2 % urée pour la dilution de l'eau de mer de Naples par un égal volume d'eau douce).

Les organes isolés se comportent de la même façon. Un cœur d'*Aplysie* (*Aplysia limacina*), de Poulpe (*Octopus macropus*), de Langouste (*Palinurus vulgaris*), extrait du corps et fixé sur un

(1) Quinton a fait des expériences analogues. (*Le milieu organique marin*. Paris, 1908.)

appareil à perfusion, continuera à battre et à inscrire ses pulsations sur le cylindre enregistreur pendant des heures, si on le soumet à un courant d'eau de mer, qui peut donc remplir le même office que le sang de l'animal. Les pulsations cessent presque instantanément si l'on irrigue le cœur avec de l'eau de mer diluée de moitié. Elles reprennent si l'on rend au cœur l'eau de mer naturelle ou l'eau de mer diluée de moitié, mais additionnée de 10 % de saccharose, ou de 5 % de dextrose, ou de 2 % d'urée (*proportion équimoléculaire*), de manière à rétablir la concentration moléculaire primitive.

Des expériences analogues ont été faites avec les mêmes résultats sur un assez grand nombre d'animaux marins ou de parties d'animaux : mouvements des appendices dorsaux des *Gastéropodes nudibranches*, des piquants et des pédicellaires des *oursins*, des cils vibratiles des *Mollusques lamellibranches*, etc.

En somme, au point de vue osmotique, — sauf quelques exceptions, — l'Invertébré marin est en communication avec le milieu extérieur au point de vue du transport de l'eau. Sa surface extérieure fonctionne comme une *membrane semi-perméable* et réalise en un temps fort court l'*isotonie* entre le milieu intérieur et le milieu extérieur, quand on a modifié la concentration moléculaire de ce dernier.

II. — A côté de cette action générale, purement physique, obéissant uniquement à la loi de l'*isotonie* et s'exerçant à bref délai par la surface du corps, le milieu extérieur peut encore produire sur l'*Invertébré* marin une action spécifique, dépendant de l'individualité chimique des substances dissoutes et correspondant à leur absorption, qui s'exerce lentement et sans doute, dans beaucoup de cas, par d'autres voies (tube digestif) que celle de la surface extérieure.

En d'autres termes, la *semi-perméabilité* de l'*Invertébré* marin n'est pas absolue. A la longue, il y a pénétration, en petites quantités, de substances dissoutes dans l'eau de mer, comme le montrent les expériences faites au moyen de substances étran-

gères faciles à reconnaître : *ferro-cyanure* ou *nitrate de sodium* dans mes expériences anciennes, *phosphate de sodium* dans celles de QUINTON.

Ceci nous explique comment l'urée, la saccharose, la dextrose, qui, dans des expériences de courte durée, où l'*osmose* intervient seule, peuvent servir efficacement à combattre les effets nuisibles de la dilution, comment ces mêmes substances finissent par être absorbées et par empoisonner l'animal, lorsqu'on prolonge l'expérience.

Placez une *Moule* ouverte dans de l'eau de mer diluée avec trois volumes d'eau douce : les cils vibratiles des branchies arrêteront leurs mouvements en quelques minutes. Placez la *Moule* dans de l'eau de mer modérément diluée par addition d'un volume et demi d'eau douce : les cils vibratiles pourront y vivre pendant vingt-quatre heures.

Dans le premier cas, l'addition d'urée (2 %) agira favorablement et prolongera la survie des cils vibratiles pendant plusieurs heures, et cela en relevant le facteur physique de la pression osmotique.

Dans le second cas, l'addition d'urée sera nuisible. La substance finira par pénétrer par absorption et tuera les cils vibratiles au bout de peu d'heures, alors que les témoins placés dans l'eau diluée, sans urée, ne sont pas encore morts.

On peut faire des expériences analogues sur les *Méduses*, etc.

En résumé, l'eau de mer modifiée dans sa concentration ou dans sa composition exerce sur les Invertébrés deux actions différentes :

1° Une action physique consistant en un transport d'eau, suivant les lois de l'*osmose*, à travers la paroi semi-perméable de l'animal. Cette action met rapidement l'intérieur de l'organisme en équilibre osmotique avec le milieu extérieur.

2° Une action spécifique dépendant de la nature chimique des substances dissoutes et s'exerçant lentement, après absorption.