

Hommage de l'auteur

21

Extrait

„PROTOPLASMA“

1929 Tome VI n° 1

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Leipzig

K. BIAŁASZEWICZ:

**RECHERCHES SUR LA RÉPARTITION DES ÉLECTROLYTES
DANS LE PROTOPLASME DES CELLULES OVULAIRES**

PROTOPLASMA

INTERNATIONALE ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE DES PROTOPLASTEN
INTERNATIONAL JOURNAL OF THE PHYSICAL CHEMISTRY OF PROTOPLASM
ARCHIVES INTERNATIONALES DE CHIMIE PHYSIQUE DU PROTOPLASMA
ARCHIVIO INTERNAZIONALE DI CHIMICA FISICA DEL PROTOPLASMA

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ROBERT CHAMBERS (NEW YORK) UND WILLIAM SEIFRIZ (PHILADELPHIA)

HERAUSGEGEBEN VON
JOSEF SPEK (HEIDELBERG) UND FRIEDL WEBER (GRAZ)

Alle biologischen Disziplinen mit kausaler Fragestellung sind an der physikalischen Chemie des Protoplasmas interessiert. Um das harmonische Zusammenarbeiten der verschiedenen Wissenszweige, um den Überblick und die Synthese auf dem Gebiete der Protoplasmaforschung zu ermöglichen, bedarf es eines eigenen die Ergebnisse zentralisierenden Organes.

PROTOPLASMA, die Internationale Zeitschrift für Physikalische Chemie des Protoplasten ist schon in den ersten Jahren des Erscheinens zu diesem von Vielen längst ersehnten räumlich-geistigen Bande aller Protoplasma-Forscher geworden.

Die zunächst liegende Aufgabe der Internationalen Protoplasma-Zeitschrift wird es sein, die Schwierigkeiten des geistigen Kontaktes abzubauen, unter denen jeder einzelne Forscher und die gesamte Wissenschaft auf diesem Gebiete infolge der Heterogenität der beteiligten Disziplinen leiden. Die Physiologie der Pflanzen und Tiere, die allgemeine Cytologie, die verschiedenen medizinischen Wissenszweige (wie Physiologie, Pharmakologie, Pathologie, Histologie), die alle in der physikochemischen Erforschung des Protoplasmas die Lösung so mancher Rätsel erhoffen, haben den dringend gewordenen Austausch an Gedanken, Methoden, Erfahrungen bisher nur allzu spärlich und zögernd in die Wege geleitet.

Mit der Beseitigung der trennenden Schranken wird sich von selbst die Erreichung des wichtigsten Zieles der Internationalen Protoplasma-Zeitschrift ergeben: Durch die gegenseitige Anregung der einzelnen Disziplinen neue Blickpunkte zu gewinnen, neue Arbeitsmöglichkeiten zu schaffen.

Die Protoplasmaforschung muß geformt, geprägt, organisiert werden. Das kann heute nicht mehr ein Einzelner, sondern nur eine Arbeitsgemeinschaft, an der alle kausal-biologischen Disziplinen sowie die physikalische Chemie beteiligt sind.

Das Arbeitsgebiet der neuen Zeitschrift bedarf der Abgrenzung mit möglicher Schärfe. Die eigensten Gebiete der Protoplasmaforschung, die zu pflegen die neue Zeitschrift sich in erster Linie zur Aufgabe machen wird, seien besonders namhaft gemacht:

Kolloidchemie des Protoplasten. Physiko-chemische Eigenschaften des Protoplasten (wie Oberflächenspannung, Viskosität, Quellung, Elastizität, Adhäsion, Adsorption, pH, rH, Et cetera). Mikrochemie des Protoplasten im kausal-analytischen Sinne. Elektrometrie des Protoplasten. Vitale Protoplasmastruktur. Osmotische Zustandsgrößen des Protoplasten. Permeabilität. Plasmolyse. Narkose. Cytolyse. Hämolyse. Vitalfärbung. Physiko-chemische Grundlagen der Protoplasmaabewegung. Microdissection. Ultra- und Polarisationsmikroskopie in Anwendung auf die Protoplasmaforschung. Mechanismus der Zell- und Kernteilung. Protoplasma-Aktivierung. Physiko-chemische Grundlagen der pharmakologischen und Gift-Wirkungen, der Resistenz und Empfindlichkeit sowie der Strahlenwirkung auf den Protoplasten. Pathologie des Protoplasten (Physikalische Chemie des Tumorprotoplasten). Modellversuche an leblosen Kolloiden, insofern sie zur Klärung der Protoplasteneigenschaften beitragen.

Die Zeitschrift erscheint in zwanglosen Heften, von denen 4—5 einen Band von 40 Druckbogen bilden. Die Abhandlungen, Kleineren Mitteilungen, Sammelreferate und kritischen Referate können in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache verfaßt sein.

Subskribenten werden die einzelnen Hefte zu einem Vorzugspreis geliefert, der nach Erscheinen des Schlußheftes eines Bandes erlischt. Der Preis des ganzen Bandes erfährt somit für Nicht-Subskribenten eine Erhöhung.

RECHERCHES SUR LA RÉPARTITION DES ÉLECTROLYTES DANS LE PROTOPLASME DES CELLULES OVULAIRES

par **K. BIAŁASZEWICZ**

[Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki à Varsovie et
Station Zoologique de Naples]

Avec 3 figures dans le texte

Reçu le 16. octobre 1928

Le travail que j'avais publié précédemment sur la composition minérale des cellules-œufs (1927b), a été le point de départ des recherches qui font l'objet de la présente étude. Les résultats des analyses que j'ai donnés dans ce mémoire, m'ont fait supposer, que les différences observées dans la composition des cendres d'œufs provenant des espèces animales étudiées, pouvaient s'expliquer par les différentes proportions dans lesquelles les composants inorganiques se combinent avec les colloïdes; ils m'ont fait admettre également que la composition minérale du liquide intermicellaire de l'ooplasme animal est par conséquent en principe la même, indépendamment du degré de l'organisation qu'atteint l'organisme maternel. — Le but principal de nos recherches décrites ci-dessous, se réduisait par conséquent à connaître la composition de la solution aqueuse des cristalloïdes, qui joue le rôle de milieu de dispersion par rapport aux substances dispersées de la cellule.

Ce problème se combine cependant avec toute une série de questions, sur lesquelles nous avons voulu également jeter de la lumière. Il s'agissait donc aussi bien de connaître la composition minérale ou, pour parler plus exactement, d'établir la proportion dans laquelle les ions des composés inorganiques se trouvent dans la phase aqueuse de l'ooplasme, que de fixer le rôle de la phase dispersée dans la répartition des électrolytes et de résoudre la question relative à la participation des cristalloïdes organiques à la concentration moléculaire totale des cellules ovulaires.

Le choix de l'objet de nos recherches, a été dicté par le but que nous nous proposons d'atteindre. Nous nous sommes donc laissés guider surtout par les rapports entre la question étudiée et certains problèmes intéressant la physiologie de la fécondation, du développement et de la croissance de l'organisme. Ce furent cependant d'importantes considérations d'ordre pratique qui prévalurent et finirent par déterminer notre choix; il importait en effet de se procurer un matériel facilement accessible pour servir aux analyses chimiques et il fallait que celui-ci fût absolument pur, c'est-à-dire absolument libre d'électrolytes étrangers, provenant des liquides intercellulaires.

Dans nos précédentes publications (1927a et 1928a), dans lesquelles nous avons traité de l'application de l'ultrafiltration aux recherches sur la répartition des électrolytes dans le cytoplasme, nous avons déjà indiqué les moyens de vaincre les difficultés auxquelles on se heurte, en voulant séparer le liquide intermicellaire des substances colloïdales dans les cellules ovulaires.

LA MÉTHODE

En présence des difficultés sur lesquelles nous avons déjà attiré l'attention, nous ne pouvions tirer que des conclusions indirectes, concernant la composition chimique du liquide intermicellaire et de la phase dispersée des cellules-œufs. — La méthode appliquée dans nos recherches, consistait en principe à extrapoler l'état de répartition des électrolytes dans le système colloïdal initial, c'est à dire dans l'ooplasme, en tenant compte de la façon dont se comportent ces substances envers les deux phases dans les solutions diluées de l'ooplasme, qu'il était possible de passer facilement à travers des membranes à ultrafiltration.

Comme mesure de la répartition d'une substance donnée, nous avons considéré le rapport entre sa quantité en solution dans le liquide intermicellaire et la quantité globale de cette substance dans le système colloïdal. — Cette fraction qui exprime la quantité relative filtrable de la substance dans une solution hétérogène, a été appelée « quotient de la répartition » (δ). On peut se rendre compte de la valeur de ce quotient d'après le rapport

$$\delta = \frac{ud}{c}, \quad (1)$$

où u correspond à la concentration du corps étudié dans un volume déterminé (1 cm³) de liquide ultrafiltré; où c indique la concentration globale de ce corps (calculée d'après l'analyse des cendres) dans le même

volume de solution hétérogène; enfin où d exprime le volume du liquide intermicellaire, respectivement de « l'espace dissolvant », dans 1 cm³ de la même solution hétérogène. — Le produit ud indique par conséquent la quantité absolue de la substance étudiée à état d'une solution vraie.

En calculant la valeur initiale de ce quotient, qui caractérise l'état de la répartition dans le cytoplasme non dilué, nous partons du fait constaté dans notre étude précédente (1928 a), à savoir que les changements observés dans la répartition des électrolytes dans les mélanges, sont une fonction linéaire du degré de dilution du cytoplasme. — Nous appuyant sur cette constatation et connaissant la valeur du quotient de répartition d'une substance donnée pour deux ou plusieurs mélanges ($\delta_1, \delta_2 \dots$) de cytoplasme, dont le degré de dilution va en croissant ($n^1, n_2 \dots$), nous pouvons calculer la valeur initiale du quotient de la répartition (δ_0) d'après la formule:

$$\delta_0 = \frac{(n_2 - 1) \delta_1 - (n_1 - 1) \delta_2}{n_2 - n_1}, \quad (2)$$

dans laquelle le degré de dilution ($n_1, n_2 \dots$) indique le rapport entre volume du mélange après la dilution et le volume de l'ooplasmе, ayant servi à le préparer.

La détermination de la concentration de la substance étudiée dans le liquide intermicellaire de l'œuf (u_0), d'après l'équation

$$u_0 = \frac{c_0 \delta_0}{d_0}, \quad (3)$$

ne saurait offrir de difficulté, lorsqu'on connaît la concentration globale de cette substance dans le cytoplasme (c_0), ainsi que le volume occupé dans celui-ci par le liquide intermicellaire (d_0 — « espace dissolvant » des auteurs¹).

Cette dernière valeur (d_0) a été calculée, soit d'après la concentration du chlore dans les liquides ultrafiltrés, obtenus de deux ou de plusieurs mélanges (u'_1, u'_2), soit d'après l'abaissement du point de congélation (A_1, A_2) des solutions aqueuses² de l'ooplasmе:

$$d_0 = \frac{(n_2 - 1) u'_2 - (n_1 - 1) u'_1}{u'_1 - u'_2}. \quad (4)$$

On s'est aperçu en effet (BIAŁASZEWICZ 1928 b), que la répartition des chlorures dans les mélanges, ne varie pas sous l'influence de la dilution de l'ooplasmе. La valeur d_0 a donc continué à être le point de

¹ Comp. POLÁNYI (1920) ainsi qu'AUSBERGER (1925).

² BIAŁASZEWICZ (1928 a, p. 10 et 11).

départ des calculs, en vue d'établir les dimensions de l'espace dissolvant dans les solutions diluées ($d_1, d_2 \dots$).

Comme nous avons déjà décrit ailleurs dans les détails les procédés expérimentaux concernant cette question, nous nous bornons à donner ici certaines indications d'une plus grande importance.

Pour éliminer les électrolytes du liquide intercellulaire adhérent à la surface des œufs, nous rincions ceux-ci dans une solution isotonique d'azotate de lithium, ou bien nous les soumettions à la centrifugation dans cette solution. — On procédait à la préparation des mélanges destinés à être ultrafiltrés, en ajoutant des quantités strictement déterminées de dissolvant à une certaine quantité d'ooplasme écrasé et bien mélangé. Dans la plupart des expériences, on employait comme dissolvant une solution isotonique neutre d'azotate ou de sulfate de lithium, ou bien, lorsque c'était possible (en cas d'absence de globulines précipitables), on se servait à cet effet d'eau distillée.

Les composants minéraux dont on voulait connaître la répartition, étaient dosés, soit dans les cendres restées après la combustion du résidu sec des mélanges (en appliquant de l'acide azotique concentré¹), soit dans le milieu de dispersion libre de ces mélanges. — On se servait de la méthode de l'ultrafiltration (comp. ZSIGMONDY et BACHMANN, 1918), pour séparer ce milieu de la phase colloïdale.

Voici les méthodes microanalytiques appliquées en vue de déterminer les composants dans les cendres et dans les liquides ultrafiltrés: sodium—méthode de KRAMER et TISDALL (1921 a), modifiée par BÁLINT (1924); potassium—méthode de KRAMER et TISDALL (1921 b); calcium—méthode de DE WAARD (1919) et de HECHT (1923); magnésium et phosphore—méthodes combinées² de KRAMER et TISDALL (1921 d), de BELL et DOISY (1920) et de BRIGGS (1922); chlore—microméthode de WHITEHORN (1921).

Dans les tableaux résumant les protocoles de nos analyses (tabl. XII—XV) qui suivent le texte, nous avons exprimé en milligrammes pour 1 cm³ de liquide, la concentration des composants mentionnés dans les mélanges (c_1) et dans les ultrafiltrats ($u_1, u_2 \dots$). Dans le tableau XI qui donne un aperçu général, nous avons réuni les valeurs principales qui caractérisent la répartition des électrolytes dans l'ooplasme des animaux étudiés. Elles ont été calculées d'après les données qu'on trouve dans les protocoles (tabl. XII—XV) et d'après les formules indiquées ci-dessus; les voici: d_0 —volume du liquide intermicellaire dans

¹ Voir BIAŁASZEWICZ, 1928 a, p. 357—358.

² Voir BIAŁASZEWICZ, 1928 a, p. 359.

1 cm³ d'ooplasme; δ_0 —valeurs des quotients de répartition des composants: K, Na, Ca, Mg, P et Cl; c_0 —concentration totale de ces composants dans 1 cm³ d'ooplasme (mgr.); u_0 —concentration de ceux-ci dans le liquide intermicellaire (mgr./1 cm³).

Nous donnons ci-dessous la liste des espèces animales, dont nous avons analysés les cellules ovulaires:

Oiseaux: *Gallus domesticus* L.

Batraciens: *Rana temporaria* L.

Poissons: *Salmo salar* L., *Salmo fontinalis* L., *Labrax lupus* Cuv., *Torpedo ocellata* Raf., *Scyllium canicula* L.

Crustacés: *Maja verrucosa* M. Edw., *Maja squinado* Latr.

Mollusques: *Sepia officinalis* L., *Loligo vulgaris* Lm.

Echinodermes: *Arbacia pustulosa* Gray, *Paracentrotus lividus* Lm.

Annélides: *Arenicola Claparedii* Lev., *Sipunculus nudus* L.

LES RÉSULTATS

L'analyse du problème dont nous nous occupons, réclamait avant tout la connaissance de certaines propriétés des substances qui constituent la phase dispersée de l'ooplasme, parce que c'est d'elles que dépend l'état de la répartition des électrolytes dans les cellules-œufs. C'est pour cette raison qu'au commencement de ce mémoire, nous donnons une caractéristique générale des substances dispersées, dont nous examinons les propriétés d'adsorption par rapport aux composants dialysables minéraux et dont nous étudions l'influence sur le volume de l'espace dissolvant dans le cytoplasme. Ces deux facteurs sont d'une importance capitale pour la répartition des cristalloïdes: en effet, si la composition chimique du liquide intermicellaire dépend surtout de la faculté des substances dispersées de se combiner avec les cristalloïdes, les dimensions de l'espace non dissolvant du cytoplasme exercent une influence directe sur la concentration actuelle des substances dialysables qu'il contient.

L'explication du rôle qui revient aux substances dispersées dans la répartition des électrolytes, est le point de départ pour connaître les propriétés chimiques du liquide intermicellaire des systèmes colloïdaux étudiés. — En effet, une fois que nous connaissons ce rôle, nous sommes en mesure d'établir aussi bien la composition minérale, que la concentration globale des composés inorganiques filtrables de la cellule. — Enfin, par le fait de connaître la proportion dans laquelle les différents composants minéraux sont représentés dans les deux solutions aqueuses, notamment dans le milieu de dispersion du cytoplasme et dans le liquide

intercellulaire, nous pouvons nous rendre compte de l'état de la répartition des électrolytes, de l'un et de l'autre côté de la membrane cellulaire semipermeable et juger du rôle que jouent les autres composés diffusibles dans la réalisation de la pression osmotique de la cellule.

I. LA PHASE DISPERSÉE

1. Le volume de « l'espace non dissolvant »

Nous avons réuni dans le tableau I, les résultats des déterminations entreprises sur les œufs de dix espèces animales qui appartenaient à différents groupes zoologiques. Le volume de « l'espace non dissolvant » (POLÁNYI 1920), autrement dit de la phase dispersée, a été calculé d'après les concentrations du chlore dans les liquides ultrafiltrés, obtenus avec les mélanges d'ooplasme dilué (v. l'équation 4) et exprimé en pour-cents du volume $[100 (1 - d_0)]$. Les données numériques ont été rangées dans le tableau, suivant l'ordre de l'accroissement progressif de l'espace en question dans les œufs examinés. — Elles nous renseignent sur le rôle que jouent les substances non filtrables de la cellule dans la répartition des électrolytes.

Dans les cas extrêmes (*Maja*), le volume de l'espace occupé par les substances dispersées, peut effectivement atteindre 63% du volume entier de la cellule, de sorte qu'à peine un tiers de ce volume correspond à la solution aqueuse des substances dialysables, qui occupe l'espace intermicellaire. Les autres chiffres du tableau, nous apprennent également, qu'il faut ranger les cellules en question dans la catégorie des éléments cellulaires, qui se distinguent dans l'organisme par un contenu exceptionnellement élevé de substances réfractaires à l'ultrafiltration. — Comparé avec le plasma sanguin qui contient, comme on sait (AUSBERGER et d'autres auteurs), à peine 7% de substances colloïdales, le volume de la phase dispersée atteint une valeur plusieurs fois plus élevée, même dans les œufs qui renferment relativement peu de composés de réserve (Oursins).

Dans les œufs à segmentation superficielle (*Maja*, *Sepia*, *Torpedo*, *Gallus*), qui contiennent d'habitude de fortes réserves de substances deutoplasmiques, le rapport entre le volume des deux phases en question, est en général modifié au détriment du liquide intermicellaire. — Les œufs de *Salmo*, de même que les jeunes oocytes de *Scyllium*, dans lesquels le volume de la phase colloïdale est relativement petit, dérogent cependant à cette règle.

Tableau I
Volume de la phase dispersée dans les œufs

No. de l'ex- péri- ence	Espèce animale	Volume		Teneur des œufs en substance sèche ex- primée en pour-cents de leur poids. (Données d'après les analyses des auteurs)
		du liquide intermicel- laire dans 1 cm ³ d'ooplasmе d_0 cm ³	de la phase dispersée ex- primé en % du volume de l'ooplasmе 100 (1 - d_0) %	
21	<i>Scyllium canicula</i> L. . . .	0.830	17.0	—
41	<i>Arbacia pustulosa</i> Gray .	0.822	17.8	—
34	<i>Paracentrotus lividus</i> L. .	0.793	20.7	22.6% (WETZEL 1907)
15	<i>Salmo fontinalis</i> L.	0.792	20.8	41.5% pour <i>Trutta fario</i> (FAURÉ-FRÉMIET et GARRAULT 1922)
16	<i>Rana temporaria</i> L.	0.601	39.9	42.6% (KOLB 1901, TERROINE et BARTHÉ- LEMY 1923)
12	<i>Gallus domesticus</i> L.	0.549	45.1	50.3% (KOJO 1911)
24	<i>Sepia officinalis</i> L.	0.500	50.0	47.3% (WETZEL 1907)
43	<i>Torpedo ocellata</i> Raf.	0.410	59.0	47.3% pour <i>Acanthias</i> (ZDAREK 1904)
37	<i>Maja verrucosa</i> M. Edw. . .	0.368	63.2	43.6% (WETZEL 1907)

Il n'est pas possible de découvrir un rapport plus étroit, entre le volume de l'espace non dissolvant et le taux de la substance sèche de la cellule. Il est vrai que dans la majorité des cas, on observe entre ces deux valeurs un certain parallélisme, par le fait que dans les œufs caractérisés par un fort contenu de parties solides, le volume de la phase dispersée est plus considérable, néanmoins, les écarts sont parfois assez sensibles et ils se produisent dans des sens diamétralement opposés. — A titre d'exemples, nous pouvons citer d'une part les œufs de *Salmo*, dans lesquels l'espace dissolvant est réduit à à peine 20.8% du volume de l'ooplasmе, tandis que leur teneur en substances sèches s'élève à 43.6%; de l'autre, les cellules ovulaires de *Maja*, qui contiennent 43.6% de ces substances, pour 63.2% de leur volume occupé par les substances dispersées. — Les faits mentionnés paraissent indiquer que les substances colloïdales des œufs de différentes espèces animales diffèrent entre elles au point de vue de leurs propriétés d'hydratation, qui

peuvent dépendre de leur côté de la composition chimique spécifique du milieu de dispersion.

En résumé, nous pouvons caractériser dans les grands traits l'ooplasme animal en le considérant comme une solution hétérogène contenant des quantités en général considérables, quoique variables, de substances dispersées (colloïdes, émulsions et suspensions deutoplasmiques), qui occupent un grand espace dans la cellule.

2. Le taux des composants des cendres, liés à la phase dispersée

Nous avons réuni dans le tableau II, les résultats les plus caractéristiques concernant la répartition des métaux monovalents et bivalents, ainsi que la distribution du chlore et du phosphore. Les chiffres qu'on trouve dans ce tableau, indiquent les taux des différents composants minéraux décelés dans les cendres et liés dans l'ooplasme à des substances non filtrables. Ces quantités ont été calculées d'après les quotients de la répartition des corps en question $[100(1 - \delta_0)]$, dans les œufs des huit espèces étudiées.

Tableau II

Quantités des composants minéraux, exprimées en pour-cents, liées aux substances dispersées dans les œufs de différentes espèces animales

No. de l'expérience	Espèce animale	Pour-cent des composants lié à la phase dispersée $100(1 - \delta_0)$					
		K	Na	Cl	Ca	Mg	P
13	<i>Gallus d.</i>	28	6	45	91	70	97
16	<i>Rana t.</i>	0	43	9	61	54	76
14	<i>Salmo f.</i>	11	49	0	73	68	90
43	<i>Torpedo o.</i>	0	(95)	6	68	84	100
21	<i>Scyllium c.</i>	13	—	0	24	59	100
37	<i>Maja v.</i>	3	(92)	3	53	29	96
34	<i>Paracentrotus l.</i>	5	0	0	50	73	81
24	<i>Sepia o.</i>	20	0	23	0	51	100

Ces valeurs nous apprennent que les composants des cendres ne se trouvent dans l'ooplasme qu'en partie sous forme de composés minéraux dialysables; au contraire, on trouve des quantités assez considérables de ces corps à l'état de composés non filtrables, caractérisés par un degré

plus ou moins élevé de stabilité. Malgré les différences que dans des cas divers on observe à ce point de vue, il est cependant possible de discerner deux groupes assez distincts, sous le rapport de la façon de se comporter des composants minéraux à l'égard de la phase dispersée du cytoplasme.

Il faut ranger dans le premier groupe, les éléments monovalents, tels que le potassium, le sodium et le chlore, qui se distinguent par une tendance peu prononcée et en général peu constante, à former des composés colloïdaux. Sans parler du sodium dont les œufs contiennent généralement des quantités minimales (par suite de quoi nos dosages de ce métal ne sauraient prétendre à une exactitude suffisante), les deux autres composants mentionnés se combinent avec les substances dispersées dans des proportions, qui dans la majorité des cas, ne dépassent pas environ 30% de leur contenu global dans l'œuf. D'habitude, les quantités de ces composants liés aux colloïdes cellulaires, sont cependant bien inférieures à ce taux, de sorte que l'on peut pratiquement les considérer comme tout à fait étrangers à la phase dispersée.

Les composants qui constituent le second groupe, comprenant les métaux des terres alcalines et le phosphore, se comportent au contraire d'une façon différente et très caractéristique. — Seules de petites quantités de ces corps se trouvent à l'état libre, tandis que leur plus grande partie se présente dans l'ooplasmе sous la forme de composés non diffusibles. Il s'ensuit que sur les quatre bases qui entrent dans la composition des cendres, ce n'est que le calcium et le magnésium qui forment de plus grandes quantités de composés colloïdaux. Comme nous l'apprennent des recherches antérieures (BIAŁASZEWICZ, 1926, 1927b), le premier de ces métaux est un des composants les plus variables des cendres des cellules-œufs.

Nous ne pouvons nous empêcher d'attirer l'attention sur l'analogie, qu'en ce qui concerne le rapport entre les composés minéraux et les colloïdes, on observe entre les cellules ovulaires d'une part et certaines liquides nourriciers de l'organisme, de l'autre.

Les recherches entreprises dans le courant des dernières années sur la répartition des électrolytes dans le sang, s'accordent toutes à indiquer les différences qu'offrent sous ce rapport les métaux des alcalis et les métaux des terres alcalines. Ces travaux nous permettent de considérer comme certain que le sérum des animaux supérieurs ne contient qu'une très petite quantité de sodium sous une forme non dialysable. En effet, cette quantité ne dépasse pas 10% de la concentration

globale¹. — Comme c'était les cas dans nos analyses, le taux du potassium colloïdal du sérum était très variable: d'après les travaux publiés², il est même inférieur à celui du sodium. — Signalons les recherches de RINGER (1923, 1925) importantes à cet égard; elles nous apprennent en effet qu'une série de substances protéiques, dissoutes dans des solutions peu concentrées de KCl, n'exercent presque pas d'influence sur l'activité du potassium.

En revanche, toutes les études publiées sur ce sujet, constatent que les colloïdes du sérum se combinent très énergiquement avec les métaux des terres alcalines: il résulte de ces données que la quantité de calcium non filtrable varie de 30 à 70%³ et celle de magnésium de 20 à 27%⁴ de la teneur globale du sérum en ces métaux.

Les analyses du lait (WHA, 1924) suggèrent également des analogies fort intéressantes. En effet, 50 à 60% du calcium et du phosphore se trouvent ici sous la forme colloïdale, tandis que presque tout le potassium et le chlore que contient le lait, sont filtrables.

Les faits cités ci-dessus, indiquent à notre avis, que le phénomène étudié mérite d'être considéré comme important au point de vue de la physiologie générale. L'affinité de certaines substances protéiques pour les ions bivalents n'est pas seulement intéressante au point de vue des conditions dans lesquelles se produisent les réactions entre les corps mentionnés dans le protoplasma vivant, car elle attire également notre attention comme un phénomène important pour les processus d'échange minéral, qui se produisent dans l'organisme. Il est très probable que certaines protéines qui entrent dans la composition aussi bien des cellules que des liquides circulant dans l'organisme, jouent le rôle de régulateurs, qui maintiennent la concentration constante des cations bivalents dans les solutions aqueuses de ces deux systèmes colloïdaux de l'organisme.

¹ Comp. les travaux des auteurs suivants: LOEWY et ZUNTZ (1894), LIEBERMANN et BUGARSZKY (1898), ASHER et ROSENFELD (1907), MICHAELIS et RONA (1908), HENDERSON (1908), RONA et GYÖRGY (1913), NEUHAUSEN (1922), NEUHAUSEN et DINDUS (1923), RONA et PETOW (1922), TSCHIMBLER (1924), MICHAELIS et KAWAI (1925).

² V. NEUHAUSEN et PINCUS (1923), RONA et PETOW (1923), RICHTER-QUITTNER (1924), RONA, HAUROWITZ et PETOW (1924).

³ V. RONA et TAKAHASHI (1911, 1913), CUSHNY (1920), NEUHAUSEN et MARSHALL (1922), RICHTER-QUITTNER (1921, 1922), NEUHAUSEN et PINCUS (1923), CSAPO et FAUBL (1924), RONA, PETOW et WITTKOWER (1924), TSCHIMBLER (1924), NITSCHKE (1925), RONA et MELLI (1925), NITSCHKE et FREYSCHMIDT (1926).

⁴ V. HIRTH et TSCHIMBLER (1924).

3. Les concentrations des composants minéraux dans les deux phases de l'ooplasme

Les faits dont nous venons de nous entretenir tout dernièrement, intéressaient exclusivement la distribution globale des composants minéraux entre la phase dispersée et le liquide de dispersion de la cellule; néanmoins, ils ne caractérisent pas suffisamment la faculté des substances dispersées d'entrer en combinaison avec les électrolytes étudiés. Nous pouvons considérer les quantités relatives des électrolytes contenus dans une unité de poids ou de volume des substances dispersées, comme la mesure approximative de cette faculté. Les quantités en question ne dépendent pas seulement du taux global de la substance donnée dans le cytoplasme et de la valeur de leur quotient de répartition, mais avant tout du rapport entre les volumes des deux phases dans la solution colloïdale. — Lorsque par conséquent, on désire connaître les phénomènes d'adsorption, attribuables aux substances dispersées, il importe de se rendre compte de la composition minérale de ces substances.

Tableau III

Concentrations des composants minéraux dans la phase dispersée (k_0) et dans le liquide intermicellaire (u_0) de l'ooplasme, calculées en mgr. pour 1 cm³ de la phase correspondante

No. de l'ex- périence	Espèce animale	K		Ca		Mg		P	
		k_0	u_0	k_0	u_0	k_0	u_0	k_0	u_0
12	<i>Gallus</i>	1.81	2.61	2.59	0.32	0.21	0.20	9.66	0.33
16	<i>Rana</i>	0	4.21	0.32	0.14	0.97	0.55	11.97	2.57
15	<i>Salmo</i>	1.51	3.20	1.92	0.19	2.60	0.32	19.29	0.42
32	<i>Labrax</i>	2.76	3.41	0.67	0.05	0.20	0.05	3.06	0.44
43	<i>Torpedo</i>	0	5.61	0.38	0.26	0.10	0.03	8.59	0
34	<i>Paracentrotus</i>	2.11	9.45	1.12	0.30	1.99	0.19	13.19	0.79
24	<i>Sepia</i>	0.12	0.48	0	0.32	0.10	0.10	7.09	0

On trouvera dans le tableau III les concentrations calculées pour quatre composants (K, Ca, Mg, P) dans la phase colloïdale [$k_0 = c_0(1 - \delta_0) / (1 - d_0)$]. Pour permettre d'établir une comparaison, nous avons donné également dans ce tableau, la concentration de mêmes

composants dans le liquide intermicellaire [$u_0 = c_0 \delta_0 / d_0$]. — Les concentrations ont été exprimées en milligrammes pour 1 cm³, pour l'une et l'autre phase.

Les très fortes différences observées dans la composition minérale de la phase dispersée des espèces d'œufs étudiés, sont le premier fait qui se dégage de la comparaison des valeurs k_0 , calculées pour les différentes substances. — Il ne saurait être question dans ce cas de n'importe quelle régularité dans les rapports entre les composants liés aux colloïdes. Nous constatons en particulier que, p. ex. le potassium, fait ou bien complètement défaut dans la phase dispersée (*Rana*, *Torpedo*) ou bien on n'en décele que des quantités en général très variables (0.12—2.76 mgr. par cm³). On peut en dire autant en principe des métaux bivalents, dont la concentration est sujette à des variations très irrégulières. Les différences relativement moins fortes qu'on observe dans la concentration du phosphore, s'expliquent par la circonstance que cet élément est un composant constitutif des substances colloïdales deutoplasmiques de réserve de l'œuf, lesquelles se distinguent par une composition élémentaire semblable dans la série animale.

Nous aboutissons à des résultats absolument différents qui permettent d'établir certains traits généraux concernant la distribution des électrolytes, lorsque nous comparons la concentration de ces composants dans l'une et dans l'autre phase de l'ooplasmе. Lorsque nous tenons compte des valeurs k_0 et u_0 pour des composants différents, nous sommes en droit d'affirmer que les substances minérales ne sont pas réparties d'une manière uniforme dans tout l'ooplasmе, car à ce point de vue, celui-ci constitue au contraire une solution hétérogène, dans laquelle à la surface de séparation des deux phases, il existe des différences constantes et caractéristiques des concentrations partielles pour les différents électrolytes.

Nous pouvons attribuer la valeur d'un phénomène général au fait que les ions dont un pour-cent peu élevé se combine avec la fraction non filtrable de l'ooplasmе (K, Na, Cl), sont moins concentrés dans l'espace non dissolvant que dans le liquide intermicellaire et qu'à l'inverse, les substances qui s'unissent le plus énergiquement aux colloïdes des cellules (Ca, Mg, P), se distinguent par le plus fort abaissement de leur concentration par rapport à la phase aqueuse.

On voit ainsi se poser la question de savoir, si entre ces deux groupes de ions, il existe également une différence, en ce qui concerne la stabilité de leur état colloïdal.

4. La distribution des composants minéraux dans les solutions diluées d'ooplasme

Désirant jeter de la lumière sur la question que nous venons de nous poser, nous avons exécuté une série d'expériences dans le but de connaître l'influence qu'exerce la concentration de certains composants dans le liquide intermicellaire sur la teneur en ces corps de la phase dispersée. — Au cours de ces épreuves, que nous avons décrites en partie dans notre travail précédent, nous avons préparé des solutions d'ooplasme, diluées dans différentes proportions (n), avec des solutions isotoniques de sels de lithium (LiNO_3 , Li_2SO_4), après quoi nous avons dosé les composants minéraux dans les liquides ultrafiltrés et dans les cendres obtenues par la combustion du résidu sec des mélanges. Nous appuyant sur les résultats de ces analyses, nous avons calculé la concentration des composants étudiés (en mgr. pour 1 cm^3) dans les deux phases des mélanges (u , k).

Tableau IV

Concentrations des composants minéraux (en mgr. pour 1 cm^3) du liquide intermicellaire (u) et de la phase colloïdale (k), dans des solutions diluées de jaune d'œuf de poule. D'après l'expérience No. 13, voir le tabl. XII.

n	K		Cl		Ca		Mg		P	
	u	k	u	k	u	k	u	k	u	k
10	—	—	0.165	1.883	0.048	1.795	—	—	0.013	5.140
6	0.201	0.726	0.296	1.984	0.061	1.977	0.023	0.133	0.023	5.150
4	0.327	0.710	0.493	1.717	0.088	2.010	0.029	0.169	0.034	5.134
2	0.870	0.617	1.225	1.778	0.152	2.149	0.058	0.199	0.078	5.166
1	3.947	0.618	5.461	1.780	0.554	2.196	0.220	0.214	0.331	5.168

Dans l'expérience dont on trouve les résultats réunis dans le tableau IV, on s'est servi de jaune d'œuf de poule pour préparer quatre mélanges. Le jaune était étendu (2, 4, 6 et 10 fois) d'une solution peu concentrée (à 0.7%) d'azotate de lithium. Les concentrations de K, Cl, Ca, Mg et P, ont été calculées d'après les données du tableau XII (expérience n° 13); pour extrapoler la valeur δ_0 , nous avons procédé d'après les indications qu'on trouve dans la partie méthodologique (v. l'équation 2).

Les données réunies dans le tableau ci-dessus nous font conclure avant tout que les changements de la concentration du potassium et du chlore dans le liquide intermicellaire (u), n'exercent pas d'influence appréciable sur la concentration de ces composants dans la phase colloïdale des mélanges (k). On peut observer très nettement l'indépendance par rapport aux changements en question, en étudiant la façon

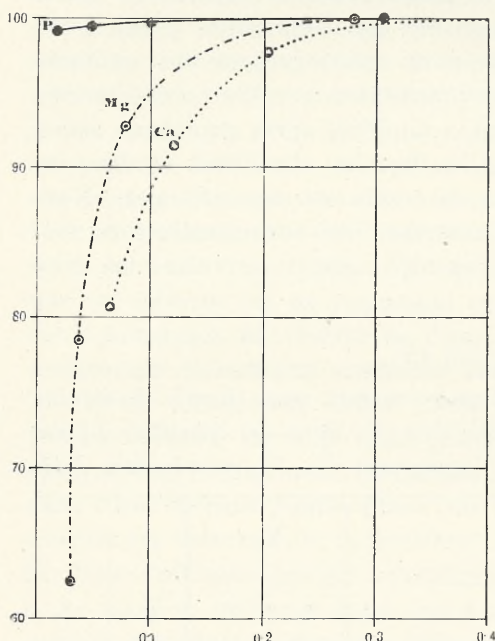


Fig. 1. Rapport entre la teneur en calcium, en magnésium et en phosphore (exprimés en pour-cents de leur quantités initiales) de la phase dispersée du jaune d'œuf de poule et la concentration de ces substances dans le liquide intermicellaire (en mgr. pour 1 cm³).

D'après les données du tableau IV.

Pour mettre en évidence cet état de choses, nous donnons le diagramme ci-dessus, que nous avons dressé d'après les chiffres du tableau IV; on y trouve indiqué le rapport entre la concentration du Ca, Mg et P dans le liquide intermicellaire et la quantité de ces composants dans la phase dispersée. Cette dernière quantité a été exprimée en pourcents de la saturation initiale, caractéristique pour les substances dispersées de l'ooplasmе non dilué.

dont se comporte le chlore, dont la distribution entre les deux phases des mélanges, reste invariable sous l'influence de la dilution de l'ooplasmе. Nous savons déjà que grâce à cette attitude des ions du chlore, il est possible de déterminer le volume de l'espace non dissolvant dans l'ooplasmе et dans les mélanges.

Les ions bivalents se comportent au contraire d'une façon toute différente à cet égard; en effet la concentration du liquide intermicellaire, n'est pas sans exercer de l'influence sur la quantité de ces composants qui se combinent avec la fraction non filtrable. On s'aperçoit qu'à mesure que la concentration du calcium, du magnésium et des anions des phosphates diminue dans le milieu de dispersion des mélanges, le contenu de ces composants baisse également dans l'espace non dissolvant.

Le trajet des courbes nous apprend que les quantités des ions liés par les substances non filtrables varient bien plus rapidement dans les solutions diluées que dans les solutions plus concentrées, qui se rapprochent des concentrations caractéristiques pour le jaune d'œuf à l'état naturel; néanmoins les chiffres exprimant ce rapport ne sont pas identiques pour chaque composant. Dans les mélanges dilués dans les mêmes proportions, les composés colloïdaux du calcium et du magnésium, sont bien plus fortement dissociés que les composés phosphorés. On trouve ceux-ci dans les œufs, surtout sous la forme de composés organiques de réserve résistant à la dissociation.

Il faut observer que ces courbes qui représentent l'état de la répartition des électrolytes à différents degrés de concentration du liquide intermicellaire, rappellent à première approximation les isothermes d'adsorption par les secteurs qui correspondent aux concentrations plus fortes.

En résumant les faits précédemment exposés, nous pouvons distinguer dans les cellules-œufs deux groupes de composants minéraux, caractérisés par une façon différente de se comporter à l'égard de la phase dispersée.

Les métaux des terres alcalines et les radicaux acides des phosphates (respectivement les phosphates de ces cations) se distinguent par une tendance prononcée à s'unir aux particules de la phase dispersée, dans lesquelles leur concentration est plus forte que dans le dissolvant. Comme ils forment des composés peu stables avec les granules en suspension, ils sont facilement dissociés. Ils sont probablement des composés minéraux de réserve du cytoplasme qui peuvent passer dans la solution, sous l'influence des changements fonctionnels se produisant dans la cellule.

Si ces ions sont des composants caractéristiques de la phase colloïdale, nous pouvons appeler groupe de composants minéraux du milieu de dispersion du cytoplasme les éléments monovalents, parmi lesquels nous comptons dans le cas présent, le chlore et les métaux alcalins. Presque toutes les quantités de ces éléments, se trouvent en effet dans la cellule sous forme de composés diffusibles, où leur concentration est bien plus élevée que dans l'espace occupé par des substances dispersées.

II. LE LIQUIDE INTERMICELLAIRE

1. Composition minérale

Par le fait de connaître le rapport entre les substances dispersées et les composants des cendres, nous sommes en mesure de nous renseigner plus exactement sur certaines propriétés du liquide intermicellaire, en premier lieu, sur la composition minérale de celui-ci.

Nous savons que la composition minérale du liquide intermicellaire ou, plus exactement, la proportion des composés inorganiques dialysables dans le cytoplasme, dépend de deux propriétés de celui-ci. Elle dépend d'abord de la composition minérale de la cellule prise comme ensemble, puis des propriétés particulières dont disposent les substances dispersées, de se combiner à divers degrés avec les divers composants minéraux. Comme aussi bien les cellules ovulaires entières, que les substances dispersées de celles-ci, se distinguent par des différences spécifiques au point de vue de leur composition minérale, la concentration des différents électrolytes dans le liquide intermicellaire de ces cellules, doit, dans chaque cas particulier, être la résultante des deux facteurs mentionnés.

Tableau V

Concentration (en pour-cents) des composés minéraux dans le liquide intermicellaire d'œufs de différentes espèces animales

No. de l'expérience	Espèce animale	K %	Na %	Ca %	Mg %	Cl %	P %
13	<i>Gallus</i>	0.395	0.065	0.055	0.022	0.546	0.033
16	<i>Rana</i>	0.421	0.044	0.014	0.055	0.264	0.257
14	<i>Salmo</i>	0.320	0.044	0.019	0.032	0.287	0.042
32	<i>Labrax</i>	0.341	—	0.005	0.005	0.201	0.044
43	<i>Torpedo</i>	0.561	0.017	0.026	0.003	0.733	0
37	<i>Maja</i>	0.441	0.014	0.051	0.034	0.407	0.072
34	<i>Paracentrotus</i>	0.945	0.059	0.030	0.019	1.375	0.079
24	<i>Sepia</i>	0.048	0.012	0.032	0.010	0.359	0

On trouvera dans le tableau V, les données numériques relatives à la concentration de six composants (K, Na, Ca, Mg, Cl, P), dans le liquide intermicellaire d'une série d'œufs d'animaux, appartenant à différents groupes zoologiques (Oiseaux, Batraciens, Poissons, Crustacés, Mollusques, Echinodermes). — Nous trouvons parmi ces espèces, aussi bien des représentants d'animaux terrestres (*Gallus*, *Rana*, *Salmo*), que d'animaux marins (*Labrax*, *Torpedo*, *Paracentrotus*, *Maja*, *Sepia*), de sorte qu'au point de vue des fonctions osmorégulatrices, nous sommes en présence de deux groupes d'organismes différents (animaux poikilosmotiques et animaux homéosmotiques). La concentration des composants dosés, a été calculée d'après la formule: $u_0 = 100 c_0 d_0 / d_0$ (v. l'équation 3) et exprimée en pour-cents (grammes).

Si nous pour le moment, nous nous bornons à analyser les données du tableau, relatives aux quatre premiers éléments (K, Na, Ca, Mg), notre attention se porte avant tout sur un fait significatif et important au point de vue général, qui découle dans une certaine mesure des considérations auxquelles nous nous sommes livrés dans les chapitres précé-

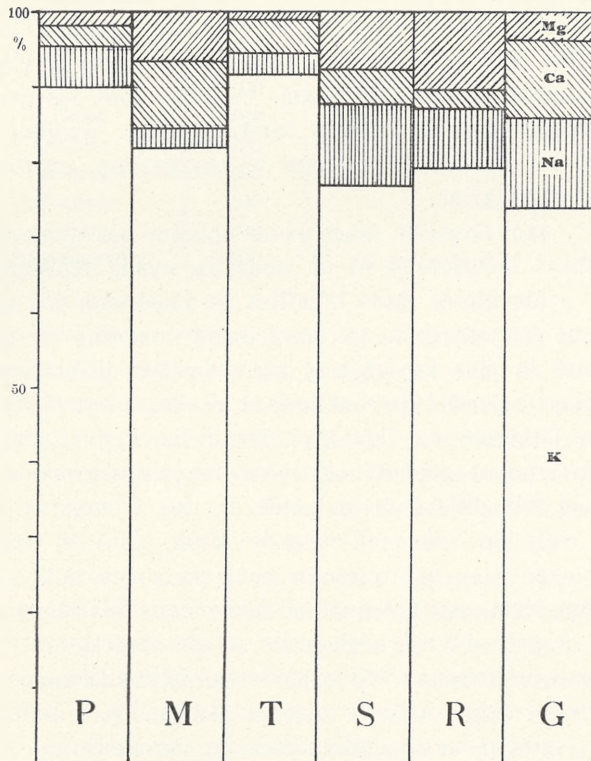


Fig. 2. Diagramme, représentant les quantités relatives des radicaux basiques des composés minéraux (K, Na, Ca, Mg), calculées en pour-cents de leur quantité globale dans le liquide intermicellaire des œufs des espèces animales suivantes: P-*Paracentrotus lividus* LM.; M-*Maja verrucosa* M. EDW.; T-*Torpedo ocellata* RAF.; S-*Salmo fontinalis* L.; R-*Rana temporaria* L.; G-*Gallus domesticus* L.

dents. Le potassium, que nous avons caractérisé auparavant comme le cation le plus constant de l'ooplasme, ne manifestant qu'une faible tendance à se combiner avec les colloïdes, représente la base minérale

principale du liquide intermicellaire des cellules étudiées¹. — Si nous passons sur la quantité exceptionnellement petite dans les œufs de la Seiche, sujet sur lequel nous reviendrons bientôt, nous pouvons établir que dans les autres cas le potassium constitue 74 (*Gallus*) à 92% (*Torpedo*) de la quantité globale des bases minérales diffusibles de l'ooplasmе (v. fig. 2).

Quant aux autres bases dont la quantité totale s'élève à peine à 8—26%, elles correspondent aux trois autres cations, c'est-à-dire au sodium, au calcium et au magnésium, cations, dont les quantités sont assez rapprochées dans le liquide intermicellaire, quoique le calcium soit sensiblement plus abondant que le magnésium, surtout dans les œufs des animaux marins.

La fig. 2, dans laquelle nous avons indiqué les quantités relatives des quatre métaux mentionnés et où nous les avons exprimées en pourcents de leur poids global dans le milieu de dispersion des œufs, montre le rôle que joue le potassium qui, en ce qui concerne la quantité, représente la base la plus importante des composés diffusibles.

Ce diagramme permet de constater la très forte ressemblance qu'offre la composition minérale du liquide intermicellaire de l'ooplasmе d'animaux qui appartiennent, comme nous le voyons, à des groupes zoologiques très éloignés et très différents au point de vue écologique. Il suffit de comparer les œufs de *Salmo* et ceux de *Maja*, pour se rendre compte que dans la composition exprimée en pourcents des radicaux basiques, la part du potassium est presque la même dans les deux cas (77 et 82%) et que la part du magnésium (8%) est identique.

Le tableau ci-dessous (VI) montre clairement le rapport entre les quantités des trois autres cations et le potassium. Les différences qu'on observe à cet égard n'ont cependant rien de caractéristique au point de vue comparé et sont trop irrégulières, pour qu'il soit possible d'en tirer n'importe quelles conclusions relatives à un rapport quelconque entre la composition minérale du milieu de dispersion et les propriétés chimiques du milieu aquatique dans lequel vivent les animaux produisant les cellules ovulaires. Nous pouvons considérer par conséquent ces écarts comme peu importants et accidentels, aussi nous est-il permis d'affirmer qu'à 100 unités de poids de potassium, correspondent environ 10 unités de sodium, et à peu près 7 unités de calcium et de magnésium.

¹ D'après RUNNSTRÖM (1925), les œufs des Oursins renferment de fortes quantités de potassium dialysable, de sorte que la concentration de ce cation est presque huit fois supérieure à sa concentration dans l'eau de mer.

Tableau VI
Rapports quantitatifs entre les bases minérales du liquide intermicellaire des œufs

Espèce animale	K gr.	Na gr.	Ca gr.	Mg gr.
<i>Gallus</i>	100	16	14	5
<i>Rana</i>	100	10	3	13
<i>Salmo</i>	100	14	6	10
<i>Labrax</i>	100	—	2	2
<i>Torpedo</i>	100	3	5	1
<i>Maja</i>	100	3	11	8
<i>Paracentrotus</i>	100	6	3	2

D'entre les deux anions dosés dans les liquides ultrafiltrés, c'est le chlore qui est le radical acide le plus constant et le plus abondant des composés inorganiques du milieu de dispersion où l'on en trouve des quantités presque équivalentes à celle du potassium. Le phosphore inorganique est au contraire un composant très peu constant; dans les œufs de certaines espèces il est en effet extrêmement peu concentré, de sorte qu'il n'est pas possible de l'y doser (*Torpedo*, *Scillium*, *Sepia*), tandis que dans les autres, il est un composant normal et dosable du liquide intermicellaire, où la concentration de cet élément se rapproche parfois (p. ex. les oocytes en voie de croissance de *Rana*) de celle du chlore.

Dans le tableau VIII, nous donnons à part les concentrations des radicaux acides et celles des radicaux basiques que nous avons dosés; elles ont été calculées en grammes-équivalents pour 1 litre de liquide intermicellaire des œufs étudiés. — Il résulte de ce tableau que dans certaines analyses (*Gallus*, *Maja*), les totaux des anions et des cations s'accordent assez bien entre eux, tandis que dans d'autres, on trouve soit un excédent des bases (*Salmo*), soit un surplus de radicaux acides (*Rana*, *Torpedo*, *Paracentrotus*, *Sepia*). Sans vouloir préciser ces différences, faute de dosages des autres anions (de HCO_3' en particulier) qui pourraient modifier le résultat de ces calculs, nous pouvons considérer comme très probable qu'en dehors des quatre bases dosées (Na, K, Ca et Mg), il ne faut pas s'attendre à découvrir des quantités plus considérables d'autres cations inorganiques dans le liquide intermicellaire des œufs.

Tableau VII

Concentration des composants minéraux du liquide intermicellaire de l'ooplasme, calculée par litre en grammes-équivalents

No. de l'expérience	13	16	14	43	37	34	24
Composants du liquide intermicellaire de l'ooplasme	<i>Gallus</i>	<i>Rana</i>	<i>Salmo</i>	<i>Torpedo</i>	<i>Maja</i>	<i>Paracentrotus</i>	<i>Sepia</i>
	gr.-éq./l.	gr.-éq./l.	gr.-éq./l.	gr.-éq./l.	gr.-éq./l.	gr.-éq./l.	gr.-éq./l.
K'	0.101	0.108	0.082	0.143	0.113	0.242	0.012
Na'	0.028	0.019	0.019	0.007	0.003	0.011	0.005
Ca''	0.027	0.007	0.009	0.013	0.025	0.015	0.016
Mg''	0.018	0.045	0.026	0.002	0.028	0.016	0.008
Radicaux basiques:	0.174	0.179	0.136	0.165	0.169	0.284	0.041
Cl'	0.154	0.074	0.081	0.206	0.115	0.387	0.101
P'' ¹	0.019	0.159	0.023	0	0.042	0.046	0
Radicaux acides:	0.173	0.223	0.104	0.206	0.157	0.433	0.101

Nous ne pouvons pas cependant passer sous silence le gros déficit de bases dans les œufs de la Seiche. Nos nombreuses analyses des liquides ultrafiltrés, ont mis hors de doute le déficit constant et très considérable des cations par rapport au chlore, qui étant donné l'absence complète de phosphore inorganique, couvre plus de deux fois le total des bases minérales dosées. On peut supposer que dans le cas étudié nous avons affaire à un cation inconnu dont la concentration est assez considérable (environs 0.06 gr.-éq.) dans le liquide de dispersion. Différentes réactions qualitatives, que nous avons appliquées pour élucider cette question, nous ont appris qu'il ne s'agit pas du cuivre, métal généralement absent dans les œufs d'animaux, dont le sang contient de grandes quantités de cet élément (DUBOIS, 1900; DHÉRE, 1904).

Si à présent nous résumons les résultats décrits dans ce chapitre, nous pouvons définir dans les grandes lignes le liquide intermicellaire de l'ooplasme, comme une solution aqueuse de sels d'alcalis et de terres alcalines, dans laquelle les composés du potassium, en particulier le chlorure de ce métal, se trouvent en plus grande quantité; à côté du chlore, ce sont

¹ Voir KRAMER et TISDALL (1922).

les anions des phosphates, dont le liquide intermicellaire contient des quantités variables et peu considérables en comparaison avec la teneur en chlore, ainsi que sans doute les anions des carbonates, qui avec les phosphates et les protéines, jouent un rôle important dans l'équilibre acido-basique de l'ooplasm.

2. La composition minérale du liquide intermicellaire des œufs, comparée avec celle du milieu ambiant

Les faits établis dans le chapitre précédent, nous apprennent qu'en ce qui concerne la composition minérale, on observe une différence fondamentale entre le milieu de dispersion de la cellule et le milieu ambiant de celle-ci. — En effet, si toutes les recherches s'accordent à constater¹ que sous le rapport de la quantité, le chlorure de sodium représente le composé inorganique le plus important des liquides nourriciers de l'organisme, il résulte au contraire de nos investigations, que ce rôle échoit au chlorure de potassium dans le milieu de dispersion de l'ooplasm. Les concentrations des autres sels que contiennent les deux solutions aqueuses, offrent également des différences très remarquables.

Pour permettre de se rendre compte de ces relations, nous avons donné dans le tableau VIII, les concentrations du potassium, du sodium, du calcium, du magnésium et du chlore, dans l'un et dans l'autre milieu, c'est-à-dire dans le liquide intermicellaire des œufs et dans le sérum, respectivement dans le plasma sanguin des mêmes espèces animales. — Voulant rendre la comparaison plus claire, nous avons choisi les trois exemples le plus frappants qu'offrent des animaux dont le sérum diffère beaucoup, aussi bien sous le rapport de la concentration totale des électrolytes, qu'au point de vue de leur composition.

Comme exemple caractéristique pour les Invertébrés marins, nous donnons la composition minérale des œufs de *Maja*, ainsi que celle de leur milieu ambiant. Nous savons par les recherches de GRIFFITHS (1892) que le sang de ce Crustacé contient des sels dont la composition et la concentration se rapprochent de celles de l'eau de mer, mais qu'il ne renferme pas de grandes quantités des composés organiques, actifs au point de vue osmotique. — Quant à la seconde espèce dont il est question dans le tableau (*Torpedo marmorata*), elle nous fait connaître les conditions intéressantes qu'on observe à cet égard chez les Sélaciens.

¹ Comp. l'article de PARNAS (1926), où l'on trouvera la littérature complète, relative à cette question.

Le sérum de ces poissons isotonique par rapport à l'eau de mer, contient de fortes quantités de cristalloïdes organiques (surtout d'urée) et se distingue en même temps, comme nous l'avons constaté dans une série d'analyses (v. tableau VIII), par des rapports très différents entre les électrolytes, ainsi que par une concentration globale très réduite de ceux-ci, relativement au groupe précédent d'animaux. — Comme exemple caractéristique pour les Invertébrés homéosmotiques, nous avons réunis dans la dernière colonne les résultats de nos analyses relatives aux œufs et au sérum de *Salmo*: les liquides de l'organisme se distinguent dans ce dernier groupe d'animaux par une faible concentration des sels minéraux; cette concentration compense presque entièrement la pression osmotique de ces liquides, dont la composition au point de vue des électrolytes, rappelle beaucoup celle du sérum des Sélaciens.

Tableau VIII

Concentration des composants minéraux dans le liquide intermicellaire des œufs et dans le sérum d'animaux

Composants	<i>Maja verrucosa</i> M. EDW.			<i>Torpedo ocellata</i> RAF.			<i>Salmo fontinalis</i> L.		
	Concentration		Rapport entre ces concentrations	Concentration		Rapport entre ces concentrations	Concentration		Rapport entre ces concentrations
	dans le liquide intermicellaire de l'œoplasme	dans le sérum de l'animal ²		dans le liquide intermicellaire de l'œoplasme	dans le sérum de l'animal ²		dans le liquide intermicellaire de l'œoplasme	dans le sérum de l'animal ²	
Na·	0.142	10.120	1:71	0.168	5.240	1:32	0.443	3.652	1:8
K·	4.407	1.204	4:1	5.610	0.121	46:1	3.200	0.229	14:1
Ca·	0.515	0.763	1:1.5	0.028	0.044	1:1.4	0.190	0.168	1.1:1
Mg·	0.338	0.343	1:1	0.260	0.194	1.5:1	0.316	0.023	14:1
Cl'	4.067	10.323	1:2.5	7.330	5.071	1.4:1	2.868	4.127	1:1.4
Δ	2.18 ⁰	2.18 ⁰	1:1	2.18 ⁰	2.18 ⁰	1:1	0.64 ⁰ 1	0.62 ⁰	1:1

Lorsque nous comparons les chiffres exprimant le rapport des concentrations des différents ions dans la phase aqueuse des cellules-œufs et dans les sérums des animaux étudiés, puis, lorsque nous examinons

¹ D'après BOGUCKI (1927).

² Calculé d'après les analyses de GRIFFITHS (1892, p. 45) pour le sang de *Homarus vulgaris*.

³ D'après les analyses de l'auteur.

le diagramme tracé d'après les données numériques du même tableau (fig. 3), nous constatons certains faits, qui constituent une contribution intéressante à la connaissance de la distribution des électrolytes dans l'organisme.

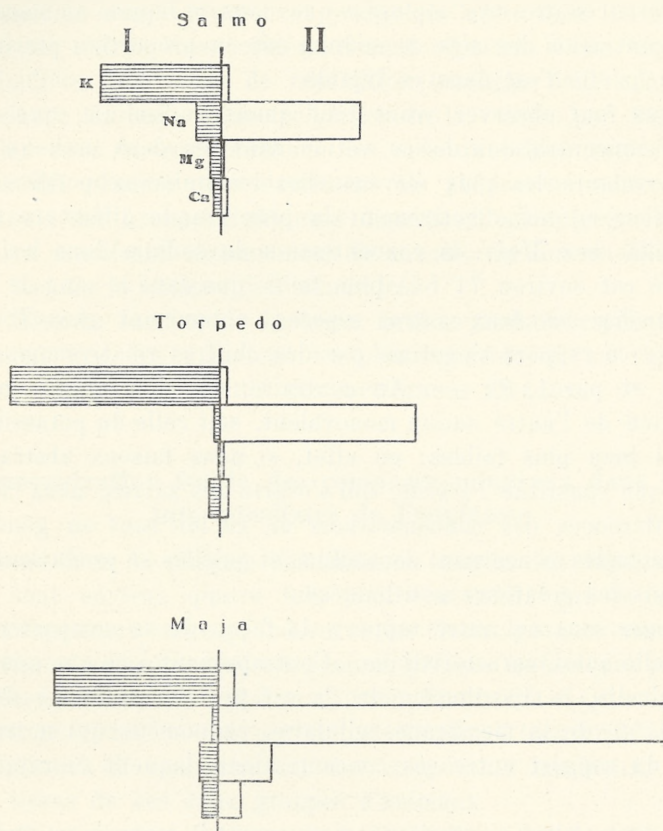


Fig. 3. Diagramme, représentant les concentrations relatives du potassium, du sodium, du magnésium et du calcium dans le liquide intermicellaire des œufs (I) et dans le sérum (II) des trois espèces animales: *Salmo fontinalis* L., *Torpedo ocellata* RAF. et *Maja verrucosa* M. EDW. (D'après le tableau VIII).

Comme c'était à prévoir, les cations monovalents, c'est-à-dire le potassium et le sodium, se comportent de la façon la plus uniforme à cet égard; le premier en qualité de composant principal du liquide intermicellaire des cellules, le second comme composant le plus important du liquide intercellulaire. — En dépit des différences sensibles qu'offre la composition minérale des sérums de ces animaux, la direction que

suit la baisse de la concentration des ions est la même dans les trois cas étudiés. La concentration de ces deux bases est en effet en raison inverse dans l'une et dans l'autre solution, toutefois la concentration des composés du potassium est plusieurs fois plus forte dans le liquide intermicellaire de l'ooplasmе que dans le liquide ambiant, tandis que la concentration des sels de sodium est en proportion plusieurs fois plus faible qu'elle l'est dans ce liquide.

Il nous faut observer avant tout quant au sodium, que la différence des concentrations de ce cation dans les deux milieux aqueux, atteint les valeurs les plus élevées chez les animaux poïkilosmotiques marins. Nous notons effectivement la plus grande différence de cette concentration chez *Maja*: la concentration du sodium dans les œufs de ce Crustacé est environ 71 fois plus faible que dans le sang de l'animal, tandis que chez les deux autres espèces, notamment chez *Torpedo* et chez *Salmo*, ce rapport s'exprime par des chiffres relativement plus bas (par 1:32 et par 1:8). — Au contraire, les différences qu'offre la concentration de l'autre cation monovalent, soit celle du potassium, sont en général bien plus faibles: en effet, si nous faisons abstraction de l'exemple que constitue *Torpedo*, qui s'écarte des autres, nous constatons que les différences des concentrations de ce ion sont en général plus petites que celles concernant le sodium et qu'elles se produisent en sens inverse dans les solutions mentionnées.

Quoique sous un autre rapport, la façon de se comporter du calcium est, elle aussi, caractéristique. Contrairement à ce que nous voyons pour les alcalis, la distribution du Ca est presque uniforme de l'un et de l'autre côté de la membrane cellulaire, phénomène qui se traduit par la valeur du rapport entre ces concentrations, laquelle se rapproche de l'unité.

Les deux autres composants, notamment le magnésium et le chlore, se distinguent en revanche par une répartition assez variable. La concentration du magnésium dans le milieu de dispersion des œufs, peut tantôt être supérieure (*Salmo*, *Torpedo*), tantôt égale (*Maja*) à la concentration de ce cation dans le sérum. — On observe une façon de se comporter analogue pour le chlore filtrable dont la concentration dans la cellule peut aussi bien être inférieure (*Maja*, *Salmo*), que supérieure (*Torpedo*) à celle qu'on trouve dans les liquides circulant dans l'organisme.

Nous sommes en droit d'affirmer en résumé que, comme c'est le cas à la surface de contact de la phase colloïdale avec le milieu de dispersion à l'intérieur de l'ooplasmе, de même des deux côtés de la

membrane vivante de l'œuf qui sépare le liquide intermicellaire du liquide intercellulaire, il existe des différences constantes et caractéristiques des concentrations électrolytiques.

Nos recherches nous ont appris entre autres, qu'à l'exception du calcium dont la concentration est presque la même dans les deux phases aqueuses, les autres bases minérales sont réparties d'une façon tout à fait particulière. Ce mode de répartition témoigne de l'isolation et de l'indépendance du milieu électrolytique de la cellule par rapport à la composition et à la concentration des sels du milieu interne de l'organisme. On observe très nettement ce phénomène même chez les représentants des groupes inférieurs d'animaux, chez lesquels le milieu en question manifeste, comme nous le savons, de fortes différences au point de vue de la composition minérale.

La mise en lumière de la façon dont se produit ce phénomène, est certainement une des questions les plus importantes, en rapport avec le problème de la perméabilité des membranes vivantes.

3. La concentration totale des composés minéraux dans le liquide intermicellaire de l'ooplasme

Comme chez la plupart des animaux marins les liquides de l'organisme sont environ quatre fois plus concentrés que le sérum des Vertébrés supérieurs en ce qui concerne les électrolytes, et comme d'autre part les tissus animaux sont en général presque isotoniques par rapport aux liquides intercellulaires (JAPPELLI, 1906; BOTTAZZI et QUAGLIARIELLO, 1912; COLLIP, 1920), — on pourrait s'attendre à trouver la même différence relative à la concentration des composants minéraux, également dans les tissus de ces deux groupes d'animaux.

Il suffit toutefois de jeter un coup d'œil sur les données que nous avons réunies dans le tableau V et surtout d'analyser les valeurs qu'on trouve dans le tableau VII, pour se rendre compte que cette supposition est loin d'être fondée, du moins en ce qui concerne les cellules ovulaires.

Effectivement, si nous tenons compte de la concentration totale des composés minéraux, dont nous pouvons considérer comme mesure la concentration d'une seule espèce de radicaux, p. ex. celle des bases, exprimée en grammes-équivalents pour un litre de liquide intermicellaire (comp. le tableau VIII), nous ne tardons pas à nous apercevoir que la quantité des composés inorganiques en solution dans les mêmes volumes de liquide intermicellaire des œufs n'est en général pas en rapport avec

la concentration totale des électrolytes dans les liquides circulant dans l'organisme des animaux étudiés. — Par le fait de citer à l'appui de cette conclusion l'exemple le plus instructif, nous constatons que la concentration des bases minérales dans le milieu de dispersion des œufs du Crustacé marin *Maja*, est à peu près la même (0.169 gr.-équivalents par litre), que dans le jaune de l'œuf de la poule (0.174 gr.-équivalents par litre), dont le sérum (SSOBKIEWITCH, 1913) contient à peine 25 % de la quantité de sels, qu'on trouve dans l'hémolymphe d'Invertébrés marins (GRIFFITHS, 1892; BOTTAZZI, 1897; DUVAL, 1924).

Les autres données numériques qu'on trouve dans le tableau VII (abstraction faite de celles en rapport avec la Seiche), fournissent également la preuve, que les différences entre les concentrations des électrolytes dans le milieu de dispersion des cellules ovulaires examinées, sont bien inférieures à celles qu'offrent les concentrations des mêmes substances dans le plasma sanguin des espèces animales étudiées.

Il résulte de ce qui précède que le liquide intermicellaire de l'ooplasm se distingue non seulement par une composition minérale analogue, mais qu'il est caractérisé de plus par une concentration totale des composés inorganiques, très rapprochée dans les cellules ovulaires de différents animaux. Cette concentration est généralement inférieure à celle de ces composants dans les liquides circulant dans l'organisme.

Les conclusions précédentes s'appuient sur la comparaison de la composition minérale du liquide intermicellaire des cellules étudiées, avec la composition des liquides circulant dans l'organisme des espèces animales dont nous nous occupons. Ces conclusions n'expliquent cependant pas suffisamment les rapports dans les cellules-mêmes, comme elles ne rendent pas compte directement du rôle, qu'en dehors des composants minéraux, on voit jouer par d'autres composés filtrables dans la pression osmotique de l'ooplasm.

Nous avons tâché d'examiner cette question de plus près dans une série d'expériences spéciales. Il s'agissait d'établir avant tout quelle est la fraction de la concentration osmolaire globale de l'ooplasm que constituent les composés minéraux dialysables. Pour exécuter ces expériences, nous nous sommes servis exclusivement d'œufs d'animaux marins poïkilosmotiques, dont les tissus se distinguent, comme on sait, par une très forte concentration des substances actives au point de vue osmotique (*Torpedo*, *Maja*, *Sepia*, *Arbacia*).

Dans ces épreuves, nous nous sommes proposé surtout d'établir le rapport quantitatif entre la pression osmotique correspondant aux com-

posés minéraux dosés dans les liquides ultrafiltrés d'une part, et la pression osmotique totale des mélanges de l'ooplasmе, de l'autre.

A cet effet, nous avons étendu l'ooplasmе d'une quantité deux ou trois fois plus forte d'eau distillée, après quoi nous avons déterminé au moyen de l'appareil de BECKMANN, l'abaissement du point de congélation du mélange ainsi obtenu. Le reste du mélange sert à préparer une quantité appropriée de liquide ultrafiltré, dans lequel, en dehors des substances caractéristiques pour les composés organiques (substances dont il sera question dans le chapitre suivant), nous avons dosé les quatre bases inorganiques principales, à savoir: le sodium, le potassium, le calcium et le magnésium. La concentration osmolaire des composés minéraux que contenait le liquide filtré, a été exprimée par le degré de l'abaissement du point de congélation (Δ). Pour calculer cette valeur, nous sommes partis de la supposition, que les mélanges contiennent les sels de ces métaux, exclusivement sous forme de chlorures.

Lorsqu'on compare les valeurs Δ , calculées d'après l'analyse des liquides filtrés, avec les données résultant de la détermination cryoscopique de l'ooplasmе dilué, on ne tarde pas à s'apercevoir, d'accord avec les considérations qui précèdent, que les sels inorganiques correspondent à peine à une partie de la concentration osmolaire totale des cellules ovulaires (v. tableau IX). — Ainsi, dans les deux premières séries de déterminations, le rapport entre la concentration osmolaire des substances minérales, calculée d'après les analyses, et la concentration globale, déterminée par la méthode cryoscopique, équivalait à $0.167^{\circ} : 0.726^{\circ}$ (*Torpedo*), respectivement à $0.113^{\circ} : 0.490^{\circ}$ (*Maja*). Dans l'un et dans l'autre cas, les composés inorganiques prennent la même part (23%) à la pression osmotique de l'ooplasmе.

Les écarts entre les valeurs sont cependant plus considérables dans les deux autres déterminations. — Ainsi chez la Seiche, la part que prennent les électrolytes, dont nous avons pu établir la présence, à l'abaissement du point de congélation des mélanges d'ooplasmе, s'élève à peine à 9%; or, si nous tenons compte du déficit des bases minérales dans les liquide ultrafiltrés, déficit dont il a été déjà question ci-dessus, ce chiffre doit certainement être inférieur à la réalité. — Au contraire chez *Arbacia*, nous sommes en présence d'un écart en sens inverse; en effet, les 61% qui dans ce cas correspondent aux électrolytes, représentent une valeur probablement trop élevée, à cause du mélange inévitable de l'eau de mer, qui pénètre dans le matériel étudié pendant la préparation des œufs.

Tableau IX

Abaissement du point de congélation des solutions d'oplasme, étendues d'eau distillée, et teneur des liquides ultrafiltrés en substances minérales et organiques

No. de l'expérience		43	38b	42	41		
Espèce animale		<i>Torpedo ocellata</i>	<i>Maja verrucosa</i>	<i>Sepia officinalis</i>	<i>Arbacia pustulosa</i>		
Mélange	Degré de dilution de l'oplasme	2	3	3	3		
	Volume de la phase dispersée	29.5 %	14.2 %	14.5 %	7.0 %		
	Abaissement du point de congélation	0.726 °	0.490 °	0.471 °	0.716 °		
Liquide ultrafiltré	Concentration des bases minérales dans les liquides ultrafiltrés, en grammes-molécules par litre	K·	0.0417	0.0214	0.0040	0.0471	
		Na·	0.0021	0.0011	0.0021	0.0611	
		Ca··	0.0020	0.0035	0.0026	0.0031	
		Mg··	0.0005	0.0027	0.0012	0.0076	
	Δ calculé des chlorures des cations dosés	en °C	0.167 °	0.113 °	0.042 °	0.435 °	
		en % du Δ du mélange	23 %	23 %	9 %	61 %	
	Teneur en grammes par litre de liquide ultrafiltré	Substance sèche		40.0	30.0	28.2	23.6
			N	3.34	3.38	2.24	1.99
			S	1.66	2.08	2.47	0.36
			urée	8.43	0	0	0
Concentration calculée de la taurine (grammes pour un litre)		6.48	8.12	9.64	1.39		
Δ calculé correspondant à la teneur en urée et en taurine	en °C	0.368 °	0.120 °	0.144 °	0.021 °		
	en % du Δ du mélange	51 %	25 %	31 %	3 %		

Indépendamment de la façon d'interpréter ces écarts, il n'en est pas moins certain à la lumière de ces faits, que dans les cellules ovulaires caractérisées par une forte concentration osmolaire, on voit correspondre aux électrolytes moins de la moitié de l'activité osmotique de ces cellules.

Nous sommes par conséquent en présence d'un phénomène, qu'on pourrait qualifier d'« hypotonie minérale » des éléments cellulaires par rapport au plasma sanguin. Ce déficit de composés minéraux du protoplasma cellulaire, est particulièrement manifeste chez la plupart des animaux marins poïkilosmotiques, chez lesquels la concentration des électrolytes dans les liquides nourriciers de l'organisme, est presque identique à celle de l'eau de mer (FREDERICQ 1884, 1922, BOTTAZZI 1897, 1905, DUVAL 1925) et la teneur en cristalloïdes organiques, très réduite (BAGLIONI 1906, 1907).

Tableau X

Concentration totale des bases minérales dans le liquide intermicellaire des œufs et dans les liquides nourriciers des animaux correspondants

Espèce animale	Concentration des bases minérales		Rapport entre ces concentrations a/b
	a	b	
	dans le liquide intermicellaire des œufs gr.-éq./l.	dans les liquides nourriciers des animaux gr.-éq.-l.	
<i>Salmo</i>	0.136	0.175 ¹	0.77
<i>Torpedo</i>	0.165	0.244 ¹	0.68
<i>Paracentrotus</i>	0.284	0.596 ²	0.48
<i>Maja</i>	0.169	0.596 ²	0.28

Quant aux Sélaciens, ils représentent pour ainsi dire un groupe intermédiaire. Il est vrai que le plasma sanguin de ces poissons, est isotonique par rapport à l'eau de mer dans laquelle ils vivent, toutefois il ne contient que presque la moitié de la quantité des sels que renferme celle-ci (FREDERICQ 1884, 1901, QUINTON 1912). Grâce à la forte ré-

¹ D'après les analyses de l'auteur.

² Calculée d'après les analyses de l'eau de la Méditerranée, suivant FORCHHAMMER.

duction de la concentration des électrolytes du sang, l'hypotonie minérale des éléments cellulaires, est bien moins sensible chez ces animaux (comp. le tabl. X).

Chez les Vertébrés supérieurs, où la concentration des sels du plasma sanguin est près de quatre fois inférieure à celle de l'eau de mer, presque toute la pression osmotique de l'ooplasme est compensée par les composés minéraux du milieu de dispersion de celui-ci.

4. Les composés organiques filtrables de l'ooplasme

Une autre question s'impose comme conséquence des faits précédemment décrits: dans quelle catégorie de composés faut-il ranger les substances qui compensent la différence des concentrations entre la cellule-œuf et le milieu ambiant? Comme on s'en aperçoit par le tableau IX, la concentration de ces substances peut être très forte dans l'ooplasme de certains animaux, de sorte qu'elle peut atteindre une valeur équivalant à peu près à $\Delta = 1.6^{\circ}$. Inutile de dire, qu'il ne saurait être question de substances colloïdales (STARLING 1895, SÖRENSEN 1915/1917, 1919, FAHR et SWANSON 1926), quoiqu'elles atteignent ici des concentrations plusieurs fois plus fortes que dans le sérum, car il s'agit de composés filtrables, dont le poids moléculaire est relativement peu élevé et qui se distinguent par leur grande solubilité dans l'eau.

En ce qui concerne les Invertébrés marins, nous trouvons dans la littérature certaines indications, qui nous permettent de supposer que les substances cherchées ne sont autres que des composés azotés d'extraction. — L'urée, la taurine et le glycoïde, très abondants dans les tissus de certains animaux marins, sont les trois substances qui méritent surtout d'attirer l'attention parmi ces composés.

Autant qu'il est possible d'en juger d'après les recherches sur ce sujet, le rôle de l'urée en qualité de cristalloïde assumant les fonctions osmorégulatrices dans l'organisme, est limité à un seul groupe d'animaux poikilosmotiques, notamment à celui des Sélaciens (STÄDLER et FRERICHS 1858, VON SCHROEDER 1890, RODIER 1900, BAGLIONI 1905, DELAUNAY 1913, MACALLUM 1910, 1926). Nous savons que la présence de l'urée, a non seulement été constatée dans le sang, où la concentration de cette substance atteint environ 2.6%, car on l'a trouvée également, quoique en plus petite quantité, dans les tissus de ces animaux (1.36% dans le foie et 1.95% dans les muscles, d'après VON SCHROEDER), ainsi que dans le jaune de leurs œufs (dans ceux de *Torpedo*, d'après GORI 1920).

Quant à la seconde substance d'extraction, représentée par la taurine, elle est plus répandue que la première. Nous savons par les recherches d'une série d'auteurs (VALENCIENNES et FRÉMY 1854, 1855, CHITTENDEN 1875, FEDERICQ 1878, KELLY 1904, MENDEL 1904, HENZE 1904, 1905, 1908, BUGLIA et CONSTANTINO 1913, JENSEN 1913, KOSSEL et ELDBACHER 1915, SCHMIDT et WATSON 1918 et d'autres) qu'on trouve d'assez fortes quantités de ce composé dans les tissus (muscles, foie, reins) de nombreux Invertébrés marins (*Octopus*, *Haliotis*, *Sycotypus*, *Fulgur*, *Pecten*, *Mytilus*, *Astropecten*), surtout chez les représentants de deux groupes zoologiques, notamment chez les Mollusques et les Échinodermes. La présence de quantités notables de taurine dans les œufs (*Octopus*, *Astropecten*, *Paracentrotus*) a été constatée par VALENCIENNE et FRÉMY (1854), ainsi que par KOSSEL et ELDBACHER (1915).

Enfin, en ce qui concerne le glycoColle dont le rôle est probablement analogue à celui des composants précédents, ont réussi à le découvrir dans les muscles d'une série de Mollusques marins (d'après CHITTENDEN 1875 et KELLY 1904, les muscles de *Pecten* contiennent environ 0.4 à 0.7% de cette substance), ainsi que dans les ovaires et les testicules d'Échinodermes (chez *Astropecten* et *Paracentrotus*, d'après KOSSEL et ELDBACHER 1915).

Il faut encore attirer l'attention sur une série de substances azotées rappelant les alcaloïdes, dont la présence a été constatée par KUTSCHER et ACKERMANN (1926) dans les tissus de nombreux Invertébrés marins.

Il ne paraît guère probable que les composés non azotés jouent un rôle aussi important. Les recherches concernant uniquement le glucose, nous ont appris que le jaune des œufs d'oiseaux (DIAMARE 1909, 1910, 1911, 1916, SALKOWSKI 1911, GORI 1919, 1920, GADASKIN 1926) et les ovaires du Saumon (GREENE 1921), n'en contiennent que de très petites quantités et qu'il fait complètement défaut dans les œufs des Batraciens et dans le jaune des œufs de *Torpedo ocellata* (GORI 1919).

Quant à mes analyses dont les résultats ont été résumés dans le tableau IX plus d'une fois mentionné, elles se proposaient uniquement de caractériser dans les grandes lignes les composés organiques filtrables que contiennent les œufs de plusieurs espèces marines. Ces analyses ont porté sur la teneur des liquides ultrafiltrés en urée, en azote total, en soufre organique et en substances solides.

Il résulte de ce tableau que les dosages de la substance sèche et les analyses concernant les composants minéraux indiquent la présence

de grandes quantités de composés organiques dialysables. — Ainsi, dans un litre de liquide obtenu par l'ultrafiltration du jaune des œufs de *Torpedo ocellata*, dilué dans la proportion de 1 : 2, nous trouvons environ 40 gr. de substances solides, quantité dans laquelle les composés organiques correspondent à environ 36.3 gr. Dans les mélanges d'ooplasme préparés avec les trois autres espèces d'œufs (dilution 1 : 3), nous trouvons également dans le même volume de liquides ultrafiltrés des quantités de substances organiques, équivalant à 27.4 (*Maja*), à 26.9 (*Sepia*) et à 13.9 gr. (*Arbacia*).

Quant au soufre organique, ce sont les œufs de la Seiche qui en contiennent le plus (0.247% dans le liquide intermicellaire de l'ooplasme dilué dans la proportion de 1 : 3), tandis que les œufs de *Maja*, de *Torpedo* et d'*Arbacia*, sont déjà sensiblement moins riches en cette substance. Lorsque, d'accord avec les auteurs (KELLY 1904, MENDEL 1904, HENZE 1904, 1905), nous calculons la teneur en taurine d'après la quantité de soufre organique, nous obtenons les valeurs suivantes pour la concentration de cette substance dans le liquide intermicellaire: 4.37% pour la Seiche, 3.62% pour *Maja*, 2.23% pour *Torpedo*, enfin 0.49% pour *Arbacia*. — Ces résultats s'accordent avec les observations de FREDERICQ (1878) et de HENZE (1904), qui ont trouvé dans différents tissus de Céphalopodes des quantités très fortes de taurine exactement déterminée (d'après HENZE — les muscles en contenaient environ 0.5% de leur poids frais).

Nous n'avons réussi à déceler de l'urée que dans des œufs de Séla-ciens (*Torpedo*, *Scyllium*). — En ce qui concerne les liquides ultrafiltrés, préparés avec des œufs d'autres espèces, on vit l'épreuve uréasique et la réaction au xanthidrol donner des résultats franchement négatifs. Les dosages dans le jaune des œufs de *Torpedo*, dilué dans la proportion de 1 : 2, que nous avons exécutés en appliquant la méthode de FOSSE (1913, 1914) modifiée par NICLOUX et WALTER (1921), ont décelé environ 8.4 gr. d'urée par litre, quantité qui correspond à 3.04% de la concentration dans le milieu de dispersion de l'ooplasme¹.

Si par conséquent nous ne tenons compte que des deux substances d'extraction dernièrement examinées et si nous calculons leur concentration en unités de l'abaissement du point de congélation qui leur correspond, nous constatons (v. tabl. IX) que dans les œufs de *Torpedo*, elles équivalent à 51% de la concentration osmolaire du liquide intermicellaire, par rapport aux 23%, compensés par les électrolytes, que

¹ Dans le sang du même animal, VON SCHROEDER (1890) a trouvé environ 2.6% d'urée.

nous avons établis précédemment. La taurine à elle seule, correspond à 31% et à 25% de la pression osmotique totale de l'ooplasme, dans les œufs de *Sepia* et de *Maja*.

Au restant des autres substances d'extraction encore non déterminées, on voit correspondre les valeurs suivantes: 0.191° pour *Torpedo*; 0.257° pour *Maja*; 0.285° pour *Sepia* et 0.260° pour *Arbacia*. — Ces chiffres expriment le déficit de Δ , qui s'élève à 26%, 52%, 61% respectivement à 36%, de la pression osmotique totale de l'ooplasme.

D'après les calculs approximatifs, auxquels on ne peut attribuer qu'une valeur provisoire, permettant de s'orienter dans cette question, calculs dans lesquels nous tenons compte de la concentration, de la teneur en azote et de l'abaissement du point de congélation qui correspond à ce restant organique dans les liquides ultrafiltrés, nous pouvons caractériser celui-ci comme un mélange de composés, dont la teneur en azote varie entre 7 et 16% et dont le poids moléculaire est relativement peu élevé (60—200).

Nous estimons que l'isolation, l'identification, ainsi que l'analyse quantitative de ces substances dans les tissus des représentants de différents groupes d'animaux marins, peuvent constituer un problème aussi intéressant qu'important pour des recherches dirigées dans ce sens.

En résumant ce chapitre, nous pouvons considérer comme un fait bien établi par les recherches des auteurs et par nos analyses, que les tissus et les cellules ovulaires des animaux caractérisés par une forte pression osmotique des liquides nourriciers, renferment de fortes quantités de cristalloïdes organiques qu'il faut ranger dans la catégorie des composés azotés d'extraction. — Ces composés ne sont pas les mêmes dans les tissus des représentants de différents groupes d'animaux. Ainsi, c'est l'urée qui est caractéristique pour les Sélaciens, tandis que c'est surtout de la taurine qu'on trouve chez les Crustacés et Mollusques. — Parmi les différentes fonctions, sûrement importantes, cependant jusqu'ici inconnues, que ces substances sont appelées à remplir dans l'organisme, elles assument certainement aussi la tâche de régler la pression osmotique de la cellule.

DISCUSSION DES RESULTATS OBTENUS

Deux questions sur lesquelles nous avons voulu jeter de la lumière dans le présent travail, méritent surtout d'attirer l'attention; l'une concerne la concentration des électrolytes dans les cellules ovulaires, l'autre intéresse la composition chimique du liquide intermicellaire des ces cellules.

La question relative à « l'hypotonie minérale » des tissus chez les groupes inférieurs d'animaux marins, n'est pas un problème absolument nouveau; d'autre part, la faible concentration des composés inorganiques que nous avons constatée dans les cellules-œufs de ces animaux, ne constitue pas un fait isolé, intéressant exclusivement le type histologique en question.

C'est le physiologiste belge FREDERICQ (1884, 1901), qui a eu le mérite d'avoir le premier attiré l'attention sur ce problème et d'avoir entrepris les premières recherches sur ce sujet. Cet auteur est parti du fait que les tissus (surtout les muscles) de nombreux animaux marins (Vers, Mollusques, Crustacés et Sélaciens), contiennent bien moins de composés minéraux solubles que l'eau de mer. S'appuyant sur les analyses concernant la présence de ces composés dans les cendres des tissus et du sang de nombreuses espèces animales, FREDERICQ distingue trois espèces de tissus: 1^o, les tissus dont la concentration des sels inorganiques est identique à celle de l'eau de mer (animaux pélagiques); 2^o, les tissus dans lesquels l'abaissement du point de congélation est le même que pour l'eau de mer, mais dont la teneur en composés minéraux est sensiblement inférieure (la plupart des animaux marins inférieurs); enfin, 3^o, les tissus dont la concentration des substances osmotiques est très réduite en comparaison avec l'eau de mer et la teneur en composés minéraux se rapproche de celle des liquides circulant dans l'organisme (la majorité des Vertébrés, y compris le groupe des Téléostéens).

Nos recherches sont une nouvelle contribution à l'étude de cet intéressant problème, auquel on a prêté si peu d'attention depuis la publication des premiers travaux de FREDERICQ.

Nous avons adopté une méthode de recherches différente. Cette méthode consistait à doser les composés minéraux les plus importants en ce qui concerne la quantité que contient le protoplasma cellulaire à l'état de solution vraie, c'est-à-dire sous la forme où ils développent l'activité osmotique la plus intense. Nous avons obtenu ainsi des données définissant la concentration globale des électrolytes que contient la solution aqueuse de l'ooplasmе.

Dans la mesure où il nous est permis de tirer des conclusions, nous pouvons considérer comme règle que la concentration des sels du liquide intermicellaire de l'ooplasmе est toujours inférieure à celle du milieu ambiant immédiat de la cellule et que la différence entre ces concentrations est d'autant plus grande, que les composés minéraux de ce milieu sont plus concentrés.

Nous pourrions nous représenter par conséquent la répartition des sels minéraux dans l'organisme, en admettant que dans la série animale, les tissus se distinguent par une certaine concentration des électrolytes qui est à peu près la même chez les différents animaux et que la teneur du protoplasma cellulaire en ces substances est dans une large mesure indépendante de leur quantité dans les liquides intercellulaires.

Chez les animaux marins inférieurs, privés de fonctions osmorégulatrices, la concentration des électrolytes est plusieurs fois moins forte dans les cellules que dans les liquides nourriciers de l'organisme; nous savons que dans ceux-ci la concentration et la composition chimique des électrolytes sont presque les mêmes que dans l'eau de mer. Les tissus de ces animaux se distinguent par de très grandes quantités de composés organiques dialysables, qui sont des produits propres au métabolisme protéique et dont la concentration dans le liquide intercellulaire compense l'isotonie des éléments cellulaires par rapport au plasma sanguin.

Un autre groupe diamétralement opposé au précédent, est représenté par les Vertébrés supérieurs dont le plasma sanguin contient des quantités réduites d'électrolytes et dont les tissus sont caractérisés par une très faible hypotonie minérale par rapport aux liquides intercellulaires. C'est pourquoi, les tissus de ces animaux sont relativement très pauvres en substances azotées d'extraction, qu'on trouve dissoutes dans leur protoplasme.

On devrait supposer que les stades intermédiaires de ce processus, en rapport avec le passage des organismes d'un milieu salé dans l'eau douce, entraîne un appauvrissement progressif des liquides de l'organisme en composés minéraux, est s'accompagne en même temps d'une diminution parallèle de la quantité de cristaalloïdes organiques que renferment les éléments cellulaires. — A l'inverse, le fait de passer de l'eau douce ou d'un milieu légèrement salé dans un milieu dont la concentration des électrolytes est plus élevée, devrait entraîner dans les éléments cellulaires d'un animal à osmorégulation imparfaite (DAKIN 1908), une augmentation de la quantité de substances qui sont le produit du métabolisme protéique spécifique, déclenché par le stimulus osmotique.

Les Sélaciens marins, privés de pouvoirs osmorégulateurs, chez lesquels nous observons la première fois une réduction de la concentration globale des électrolytes dans les liquides de l'organisme, représentent un groupe intermédiaire très intéressant à cet égard. C'est surtout l'urée (VON SCHROEDER 1890) qui joue chez ces animaux le rôle d'un cristaalloïde organique assumant la tâche de compenser la différence de la concentration des électrolytes entre l'organisme et le milieu ambiant, aussi

cette substance est-elle répartie d'une façon uniforme entre la phase aqueuse du plasma sanguin et le liquide intermicellaire des tissus.

Nous ne connaissons malheureusement pas les autres stades intermédiaires du phénomène dont nous venons de nous entretenir. Il est constitué d'une part, par la réduction de la concentration des composés minéraux dans les liquides nourriciers de l'organisme et de l'autre, par l'appauvrissement de ces liquides et des tissus en cristalloïdes organiques.

La question de savoir, si l'hypotonie minérale des cellules est un phénomène primaire et général, également propre aux animaux marins les plus simples, — ou si elle est un phénomène secondaire, qui ne se produit que dans les tissus des Invertébrés marins supérieurs — cette question, n'est toujours pas encore tranchée. Nous savons que FREDERICQ s'est prononcé pour cette dernière opinion; cet auteur admet en effet que la teneur en composés minéraux des tissus des animaux pélagiques est la même que dans l'eau de mer. La première hypothèse prévaut au contraire dans les considérations qui envisagent le rapport causal supposé entre l'hypotonie minérale des tissus chez les animaux vivant actuellement et la faible salinité de l'océan primitif, dans lequel il faudrait chercher l'origine de la vie (comp. MACALLUM 1910, 1926). Nous ne disposons pas cependant de données capables de résoudre ce problème, certainement pas dénué d'intérêt général¹. — Des recherches sur les quantités d'électrolytes filtrables, contenus dans le cytoplasme des animaux marins unicellulaires, pourraient donner des résultats intéressants à cet égard, qui permettraient de résoudre définitivement cette question.

Indépendamment de la solution que trouvera un jour cette question, le fait que la concentration des électrolytes ne dépasse pas une certaine valeur relativement peu élevée dans les tissus de la plupart des animaux, réclame toujours une explication. Quelle signification faut-il attribuer à ce phénomène et quelle rôle peut-il bien jouer dans les processus vitaux de la cellule?

Deux chemins permettent à notre avis de s'approcher de la solution de ce problème. Nous pouvons l'envisager: 1^o, du point de vue de l'influence que la concentration du liquide intermicellaire est capable d'exercer sur la dispersion des colloïdes de la cellule; 2^o, il est possible

¹ Nous avons analysé précédemment (1926, 1927 b) les cendres des œufs de certains Annelides (*Arenicola Claparedii* Lew., *Sipunculus nudus* L.); ces recherches nous ont appris que comme chez d'autres Invertébrés marins, la teneur en composés minéraux était très peu élevée chez ces animaux.

de le traiter en tenant compte du rapport éventuel entre le degré de la dissociation des électrolytes dans le liquide intermicellaire du cytoplasme et la perméabilité à ces électrolytes de la membrane vivante de la cellule.

On pourrait supposer en effet que la concentration des électrolytes observée, qui varie d'habitude entre les limites: $\Delta = 0.5 - 0.8^0$, est précisément celle où le degré de dispersion des colloïdes protéiques atteint la valeur la plus favorable au développement des processus biochimiques qui se produisent dans la cellule. Parmi les faits qu'on pourrait citer à l'appui de cette supposition, il faut mentionner les observations suivant lesquelles le changement de la concentration des électrolytes dans les cellules, sous l'influence de l'action de liquides anisotoniques, entraîne un ralentissement des processus vitaux (BIAŁASZEWICZ, 1921). Si d'autre part nous tenons compte des recherches d'OSTERHOUT (1925, 1926), suivant lesquelles la membrane cellulaire vivante est imperméable aux sels complètement dissociés, nous pourrions admettre qu'une faible concentration des électrolytes dans la cellule produit les conditions les plus favorables à la rétention de ces composants.

On doit attribuer une importance physiologique au moins égale à la composition minérale du liquide intermicellaire, ce vrai milieu intérieur dans la cellule, dans lequel l'échange des cristaalloïdes entre les composés dispersés du cytoplasme et le milieu extérieur, ne cesse jamais d'avoir lieu. — Nos recherches ont montré que le rapport entre les principaux composants minéraux qu'on observe dans la solution aqueuse de la cellule, est partout à peu près le même et que, dans la mesure où il est possible d'en juger par nos analyses, ce rapport ne dépend pas du tout du degré de l'organisation de l'espèce animale donnée ni de la composition et de la concentration globale des électrolytes dans les liquides nourriciers du corps. Parmi les propriétés qui caractérisent la composition chimique du liquide en question, il faut attirer l'attention sur la forte prédominance du chlorure de potassium qui l'emporte de beaucoup sur les autres sels d'alcalis et de terres alcalines. D'entre ces sels, ce sont surtout ceux des terres alcalines qu'on trouve le plus souvent dans les cellules, sous la forme de composés non filtrables. Nous savons que le rapport quantitatif entre ces composants minéraux, est tout à fait différent dans le milieu de dispersion des liquides intercellulaires. — On pourrait supposer par conséquent que la grande quantité de sels de potassium que contiennent les éléments cellulaires de l'organisme, est un facteur de première importance dans les réactions biochimiques dont les cellules sont le siège.

Il paraît probable que les sels de potassium sont également le composant minéral le plus important du milieu de dispersion des autres éléments morphologiques de l'organisme animal. Les recherches de VAN SLYKE, de HASTINGS, de HEIDELBERG et de NEILL (1922) semblent confirmer en effet cette opinion: ces auteurs ont fourni la preuve que lorsque la concentration des ions d'hydrogène dans le sérum est normale (pH = environ 7.4), plus de 50% du potassium des globules rouges est à l'état libre, c'est-à-dire non lié à l'hémoglobine. Il résulte également des recherches de RINGER (1923, 1925) que les sels de potassium ne disposent qu'à un faible degré de la faculté de se combiner à différentes substances protéiques. — Nous trouvons en outre une série de données qui permettent d'inférer que les cellules musculaires contiennent de très fortes quantités de potassium filtrable. Citons en premier lieu à ce propos, les travaux de MITCHEL et WILSON (1922), de STANSON (1923) et de WOJTCZAK (1927), sur la perméabilité des muscles aux sels de potassium, puis les recherches de RAAB (1927), qui en dépit des résultats obtenus par NEUSCHLOSZ (1923—1926), n'a décelé dans les muscles que des quantités minimales de potassium non diffusible. C'est aussi dans ce sens qu'il faut interpréter les résultats des recherches sur la conductibilité électrolytique des cellules et des tissus à l'état de vie (HÖBER, 1912, 1913; HARTREE et HILL, 1921; BROKS, 1923, 1925; GELFAN, 1927).

Il nous faut encore attirer l'attention sur les rapports très étroits entre les résultats de nos recherches et les faits révélés par les analyses portant sur les composés minéraux du suc cellulaire des végétaux. — Les résultats auxquels ont abouti MEYER (1891/1892), HANSEN (1893/1895) et OSTERHOUT (1923, 1925), en étudiant certaines algues marines méritent surtout d'éveiller notre curiosité. Pour permettre d'établir une comparaison, nous reproduisons d'après nos recherches les données relatives à la concentration (calculés pour 100 gr. de potassium) de quatre bases minérales (K, Na, Ca, Mg) dans le liquide intermicellaire de cellules ovulaires animales, puis les résultats auxquels a abouti OSTERHOUT (1923) au cours de ses investigations sur la composition du suc vacuolaire de *Valonia macrophysa*:

	K	Na	Ca	Mg
Liquide intermicellaire des œufs . . .	100	3—16	2—14	1—13
Suc des vacuoles de <i>Valonia</i> . . .	100	10.3	3.4	traces

Ces deux séries concordantes de chiffres pourraient servir de point de départ à d'intéressantes recherches sur la répartition des électrolytes dans le protoplasma des cellules végétales.

RÉSUMÉ

Nous pouvons résumer comme suit les résultats de nos recherches:

1° Les cendres des œufs provenant des espèces animales étudiées, se distinguent en général par leur taux élevé de potassium, par des quantités plusieurs fois moins forte de sodium, de calcium et de magnésium, puis par une teneur en chlore qui ne compense pas d'une façon équivalente le totale des bases minérales. — Les métaux des terres alcalines, en particulier le calcium, sont les composants les plus variables des cendres¹. — Les électrolytes sont répartis d'une façon très caractéristique entre la phase dispersée et le milieu de dispersion des cellules ovulaires.

2° Les substances organiques qui constituent la phase dispersée des cellules et qu'on trouve sous la forme d'un mélange de colloïdes, de gouttelettes d'émulsion et de suspensions deutoplasmiques, occupent une partie considérable (20—63%) du volume de l'ooplasme, de sorte qu'elles réduisent sensiblement l'espace intermicellaire occupé par la solution aqueuse des substances dialysables.

3° Les composants des cendres des cellules-œufs ne sont pas tous liés au même degré aux substances de la phase dispersée. La plus grande partie des métaux alcalins et du chlore se présente dans l'ooplasme sous la forme de composés diffusibles.

4° Lorsqu'on tient compte des différences spécifiques, relatives aussi bien à la composition des cendres qu'au rapport entre les composants de celles-ci et les quantités variables de substances dispersées dans les œufs de différentes espèces animales, on ne tarde pas à constater une régularité manifeste, en ce qui concerne la répartition des composés minéraux de l'ooplasme. — Cette régularité se traduit par le fait que les divers composants manifestent des différences caractéristiques de leur concentration à la surface de séparation entre les particules dispersées et le milieu de dispersion. Les éléments monovalents (le potassium, le sodium et le chlore), c'est-à-dire les composants typiques du liquide intermicellaire, se distinguent par une différence négative de leur concentration par rapport au dissolvant, tandis que les ions bivalents (le calcium, le magnésium), qu'on trouve dans les cellules ovulaires, surtout sous la forme de composés non filtrables, sont caractérisés par une différence positive.

5° Ce dernier groupe de substances minérales (Ca, Mg), se distingue du premier (K, Na, Cl), également par la circonstance que leur composés non diffusibles sont plus facilement sujets à la dissociation sous

¹ Voir: BIAŁASZEWICZ (1926, 1927 b).

l'action de la dilution du liquide intermicellaire de l'ooplasme. Les courbes qui expriment dans quelle mesure le degré de la combinaison de ces substances avec la phase dispersée dépend de leur concentration dans le milieu de dispersion des mélanges d'ooplasme, rappellent à première approximation les isothermes d'adsorption.

6° On ne peut qu'être frappé de voir qu'en dépit de la diversité des facteurs agissant sur la distribution des électrolytes, la composition minérale du liquide intermicellaire de l'ooplasme est presque identique, même dans les œufs d'animaux qui appartiennent à des groupes zoologiques très différents. — Le liquide intermicellaire des cellules ovulaires est en général une solution de sels d'alcalis et de sels de terres alcalines, dans laquelle le chlorure de potassium l'emporte de beaucoup sur les composés du sodium, du calcium et du magnésium, dont les quantités sont très rapprochées dans la solution. A 100 unités de poids de potassium dans le liquide intermicellaire, nous voyons correspondre en moyenne 10 unités de sodium, 7 unités de calcium et autant de magnésium.

7° Le liquide intermicellaire de l'ooplasme est par conséquent une solution caractérisée par une composition minérale spécifique, qui diffère éminemment de celle des liquides circulant dans l'organisme. Comparé à ceux-ci, il se distingue par une concentration bien plus forte des sels de potassium et par une concentration plusieurs fois plus faible des composés du sodium. Quant aux sels de calcium, leur concentration est à peu près la même dans les deux solutions aqueuses.

8° L'émancipation du milieu de dispersion des cellules par rapport au milieu extérieur, se traduit également par la concentration globale des composés minéraux. — En effet, la concentration de ces composés dans les cellules des animaux terrestres supérieurs ne s'écarte pas sensiblement de la concentration des mêmes substances dans les tissus des organismes marins inférieurs. C'est pour cette raison que dans les cellules des animaux, chez lesquels la concentration des substances osmotiques est élevée, on ne voit correspondre aux composés minéraux qu'une faible partie de la concentration osmolaire globale de l'ooplasme, partie qui atteint à peine 25%.

9° La différence entre la concentration osmolaire totale des œufs et la concentration des composés inorganiques diffusibles qu'ils contiennent, est compensée par des substances organiques, produits du métabolisme protéique (urée, taurine, glycoColle). — Les produits en question sont particulièrement concentrés dans les œufs des animaux poikilosmotiques marins, qui se distinguent par une forte pression osmotique de leurs tissus et des liquides nourriciers de l'organisme.

10⁰ Ces substances assument les fonctions de composés, destinés à régler la pression osmotique de l'ooplasmе, par rapport aux liquides intercellulaires.

Nous profitons de cette occasion pour exprimer nos meilleurs remerciements au Professeur R. DOHRN, directeur de la Station Zoologique de Naples, aussi qu'au Professeur E. SERENI, qui ont bien voulu faciliter notre tâche.

Tableau XI

Tableau général des données, concernant le volume (en cm³) du liquide intermicellaire dans les œufs (d_0), le quotient de la répartition des composants minéraux (δ_0) et leur concentration (mgr./1 cm³) dans le liquide intermicellaire (u_0) et dans l'ooplasmе (c_0) des diverses espèces animales. — Les valeurs ont été calculées d'après les données des tableaux-protocoles XII—XIV

No. de l'expérience		12	13	16	15	32	43	21/22	37	41	34	24
Espèces animales		<i>Gallus domesticus</i> L.	<i>Gallus domesticus</i> L.	<i>Rana temporaria</i> L.	<i>Salmo fontinalis</i> L.	<i>Labrax lupus</i> CUV.	<i>Torpedo ocellata</i> RAF.	<i>Seyllium canicula</i> L.	<i>Maja verrucosa</i> M.EDW.	<i>Arbacia pustulosa</i> GRAY.	<i>Paracentrotus lividus</i> L.M.	<i>Septia officinalis</i> L.
d_0		0.549	0.289	0.601	0.792	0.728	0.410	0.830	0.368	0.822	0.793	0.500
K	c_0	2.246	1.580	2.528	2.848	3.232	2.300	2.466	1.677	5.235	7.928	0.299
	δ_0	0.637	0.722	1.100	0.890	0.768	1.000	0.870	0.967	1.000	0.945	0.800
	u_0	2.606	3.947	4.206	3.200	3.411	5.610	2.585	4.407	6.368	9.448	0.478
Na	c_0	0.249	0.200	0.468	0.690	0.055	1.352	0.383	0.655	5.329	0.469	0.059
	δ_0	0.953	0.942	0.567	0.509	0.331	0.051	—	0.080	0.728	1.000	1.000
	u_0	0.432	0.655	0.441	0.443	0.025	0.168	—	0.142	4.719	0.591	0.118
Ca	c_0	1.342	1.722	0.212	0.550	0.219	0.332	0.327	0.400	0.518	0.468	0.160
	δ_0	0.131	0.093	0.391	0.274	0.169	0.321	0.760	0.474	0.696	0.505	1.000
	u_0	0.320	0.554	0.136	0.190	0.051	0.260	0.299	0.515	0.438	0.296	0.320
Mg	c_0	0.212	0.216	0.720	0.780	0.090	0.073	0.176	0.176	0.816	0.568	0.101
	δ_0	0.519	0.295	0.460	0.321	0.380	0.157	0.410	0.707	0.631	0.272	0.491
	u_0	0.201	0.220	0.551	0.316	0.047	0.028	0.087	0.338	0.626	0.195	0.099
P	c_0	4.281	3.770	6.334	3.348	1.148	5.070	3.471	6.610	3.118	3.355	3.545
	δ_0	0.027	0.025	0.244	0.100	0.275	—	0	0.040	0.318	0.186	0
	u_0	0.212	0.331	2.572	0.423	0.436	—	0	0.716	1.207	0.787	0
Cl	c_0	—	2.844	1.752	2.272	2.574	3.190	3.010	1.543	11.292	10.91	2.346
	δ_0	—	0.555	0.905	1.000	0.567	0.943	1.000	0.970	1.000	1.000	0.766
	u_0	—	5.461	2.641	2.868	2.006	7.330	3.626	4.067	13.73	13.75	3.594

Tableau XII—XIV. *Protocoles d'expériences*

Signification des symboles:

- u_1, u_2 . . . concentrations des composants dans les liquides ultrafiltrés de solutions diluées de l'ooplasmе (mgr. dans 1 cm³);
 n_1, n_2 . . . degré de dilution de l'ooplasmе dans ces solutions;
 c . . . concentration totale des composants dans la solution la moins diluée (mgr. dans 1 cm³).

Tableau XII

Espèce animale et caractéristique du matériel	<i>Gallus domesticus</i> L. Jaune d'œufs pondus										
	No. 12. — 21. XII. 1925					No. 13. — 30. XII. 1925					
No. de l'expérience et date	0.7% Li ₂ SO ₄					0.7% LiNO ₃					
Liquide employé à la dilution	0.7% Li ₂ SO ₄					0.7% LiNO ₃					
Degré de dilution de l'ooplasmе	n_1 = 2.08	n_2 = 4.17	n_3 = 6.25	n_4 = 8.33	n_5 = 10.4	n_1 = 2	n_2 = 4	n_3 = 6	n_4 = 10		
Concentration des composants dans les mélanges et dans les liquides ultrafiltrés	c_1	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	c_1	u_1	u_2	u_3	u_4
K	1.080	0.869	0.356	0.235	0.180	0.134	0.790	0.870	0.327	0.201	—
Na	0.120	0.146	—	—	—	—	0.100	0.146	—	—	—
Ca	0.645	0.144	0.088	0.088	0.069	0.068	0.861	0.152	0.088	0.061	0.048
Mg	0.102	0.070	0.028	0.026	0.019	—	0.108	0.058	0.029	0.023	—
P	2.058	0.079	0.044	0.032	—	0.017	0.885	0.078	0.034	0.023	0.013
Cl	—	1.080	0.472	0.306	0.222	—	1.422	1.225	0.493	0.296	0.165

Tableau XIII

Composants dosés	<i>Rana temporaria</i> L. Oeufs ovariens, broyés			<i>Salmo fontinalis</i> L. Oeufs mûrs, tirés de la cavité du corps				
	No. 16. — 13. I. 1926			No. 15. — 5. I. 1926				
	0.7% LiNO ₃			0.7% LiNO ₃				
	$n_1 = 2$		$n_2 = 4$	$n_1 = 2$		$n_2 = 4$	$n_3 = 8$	
	c_1	u_1	u_2	c_1	u_1	u_2	u_3	
K	1.264	1.940	0.786	1.424	1.436	0.686	0.333	
Na	0.234	0.165	0.072	0.345	0.196	—	—	
Ca	0.106	—	0.042	0.275	0.095	0.055	0.036	
Mg	0.360	—	0.138	0.390	0.142	—	0.042	
P	3.167	—	0.508	1.674	0.194	0.098	0.052	
Cl	0.877	0.992	0.441	1.136	1.290	0.608	0.298	

Tableau XIV

Composants dosés	<i>Labrax lupus</i> CUV. Oeufs au stade de 2—8 blastomères			<i>Torpedo ocellata</i> RAF. Oeufs tirés de l'utérus			<i>Maja verrucosa</i> M. EDW. Oeufs tirés de l'abdomen, premiers stades		
	No. 32. — 10. III. 1926			No. 43. — 25. IV. 1926			No. 37. — 26. III. 1926		
	1 % LiNO ₃			H ₂ O			1 % LiNO ₃		
	n ₀ = 1		n ₂ = 2	n ₁ = 2		n ₂ = 4	n ₁ = 3		n ₂ = 6
	c ₀	u ₀	u ₁	c ₁	u ₁	u ₂	c ₁	u ₁	u ₂
K	3.232	3.411	1.438	1.150	—	0.676	0.559	0.703	0.316
Na	0.055	0.025	0.007	0.675	0.863	—	0.218	0.022	—
Ca	0.219	0.051	0.027	0.166	0.081	0.038	0.133	0.110	0.064
Mg	0.090	0.047	0.022	0.036	0.012	0.009	0.059	0.056	0.025
P	1.148	0.434	0.163	2.535	0	0	2.203	0.149	0.085
Cl	2.574	2.006	0.976	1.595	2.099	0.838	0.771	0.569	0.251

Tableau XV

Composants dosés	<i>Paracentrotus lividus</i> LM. Oeufs mûrs, non fécondés			<i>Arbacia pustulosa</i> GRAY Oeufs mûrs, non fécondés			<i>Sepia officinalis</i> L. Oeufs de l'oviducte		
	No. 34. — 13. III. 1926			No. 41. — 9. IV. 1926			No. 24. — 22. II. 1926		
	H ₂ O			H ₂ O			1 % LiNO ₃		
	n ₁ = 5		n ₂ = 10	n ₁ = 3		n ₂ = 6	n ₁ = 5		n ₂ = 10
	c ₁	u ₁	u ₂	c ₁	u ₁	u ₂	c ₁	u ₁	u ₂
K	1.585	1.563	0.706	1.745	1.842	0.871	0.060	0.053	0.025
Na	0.094	—	—	1.815	1.405	—	0.018	0.019	0.009
Ca	0.094	0.057	0.033	0.176	0.124	0.055	0.045	0.049	0.023
Mg	0.114	0.057	0.043	0.277	0.186	0.089	0.020	0.016	0.010
P	0.671	0.199	0.139	1.060	0.423	—	0.709	0	0
Cl	2.334	2.276	1.218	3.764	3.610	1.750	0.469	0.399	0.189

BIBLIOGRAPHIE

- ASHER, L. und ROSENFELD, R. 1907. Über die physikalisch-chemischen Bindungsverhältnisse verschiedener Stoffe im Blute. *Biochem. Zeitschr.* III, 335.
- AUSBERGER, A. 1925. Ultrafiltration und Kompensationsdialyse. Ein Beitrag zur Frage der Ionenbindung im Blutserum. *Erg. d. Physiol.* XXIV, 618.
- BACKMAN, L. und RUNNSTRÖM, J. 1909. Physikalisch-chemische Faktoren bei Embryonalentwicklung. Der osmotische Druck bei der Entwicklung von *Rana temporaria*. *Biochem. Zeitschr.* XXII.
- BAGLIONI, S. 1905. Die Bedeutung des Harnstoffs bei den Selachiern. *Zentr. f. Physiol.* XIX, 385.

- BAGLIONI, S., 1906. Zur Kenntnis des N-Stoffwechsels der Fische. *Zentr. f. Physiol.* XX, 105.
 — 1906—07. Einige Daten zur Kenntnis der quantitativen Zusammensetzung verschiedener Flüssigkeiten von Seetieren (Fischen und einigen Wirbellosen). *Hofmeister's Beiträge.* IX, 50.
- BÁLINT, M. 1924. Jodometrische Mikrobestimmung des Natriums. *Biochem. Zeitschr.* CL, 424.
- BELL, R. D. and DOISY, E. A. 1920. Rapid colorimetric methods for the determination of phosphorus in urine and blood. *Journ. of biol. Chem.* XLIV, 55.
- BIAŁASZEWICZ, K. 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. *Bull. Acad. des Sc. de Cracovie.*
 — 1912. Untersuchungen über die osmotischen Verhältnisse bei der Entwicklung der Frosch- und Hühnerembryonen. *Bull. Acad. des Sc. de Cracovie*, 1.
 — 1912. Über das Verhalten des osmotischen Druckes während der Entwicklung der Wirbeltierembryonen. *Arch. f. Entw.-Mech.* XXXIV, 489.
 — 1921. O wpływie ciśnienia osmotycznego na szybkość rozwoju zarodków. (Influence de la pression osmotique sur la vitesse du développement des embryons.) *Trav. Inst. Nencki (Varsovie)*. I.
 — 1926. O składzie mineralnym komórek jajowych. (Sur la composition minérale des œufs.) *Trav. Inst. Nencki (Varsovie)* III, No. 52.
 — 1927a. O zastosowaniu ultrafiltracji w badaniach nad rozmieszczeniem elektrolitów w cytoplazmie. (Sur l'emploi de l'ultrafiltration pour l'étude de la répartition des électrolytes dans le cytoplasme.) *Trav. Inst. Nencki (Varsovie)*. IV, No. 57.
 — 1927b. Contributions à l'étude de la composition minérale des cellules-œufs. *Publicaz. della Stazione Zool. di Napoli.* VIII, 355.
 — 1928a. L'ultrafiltration appliquée à l'étude de la répartition des électrolytes dans le cytoplasme. *Ann. de Physiologie* IV, 190.
 — 1928b. Studja porównawcze nad składem cieczy międzycząstkowej komórek jajowych. (Études comparées sur la composition du liquide intermicellaire des œufs.) *Acta Biol. Exper. (Varsovie)*. I, No. 11, 1—58.
- BOTTAZZI, F. 1897. La pression osmotique du sang des animaux marins. *Arch. ital. de Biol.* XXVIII, 72.
 — 1905. Sulla regolazione della pressione osmotica negli organismi animali. *Arch. di Fisiol.* II, 420.
 — et QUAGLIARIELLO, G. 1912. Recherches sur la constitution physique et les propriétés chimico-physiques du suc des muscles lisses et des muscles striés. *Arch. intern. de Physiol.* XII, 305.
- BOGUCKI, M. 1926. Z badań nad dzieworódtwem doświadczalnym. (Recherches sur la parthénogénèse expérimentale). *Trav. Inst. Nencki (Varsovie)*. III, 1—25.
 — 1928. Badania nad przepuszczalnością błon oraz ciśnieniem osmotycznym jaj ryb łososiowatych. (Recherches sur la perméabilité des membranes et sur la pression osmotique des œufs des Salmonides.) *Acta Biol. Experim. (Varsovie)*. II, 19.
- BRIGGS, A. P. 1922. A modification of the Bell-Doisy phosphate method. *Journ. of biol. Chem.* LIII, 13.
- BROOKS, S. C. 1923. Conductivity as a measure of vitality and death. *Journ. of gen. Physiol.* V, 365.
 — 1925. The electrical conductivity of pure protoplasme. *Journ. of gen. Physiol.* VII, 327.
- BUNGE, G. 1885. Analyse der organischen Bestandteile des Muskels. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* IX, 60.

- CHITTENDEN, R. H. 1875. Über Glykogen und Glykokol im Muskelgewebe von *Pecten irradians*. Ann. d. Chem. u. Pharm. CLXXVIII, 266.
- COLLIP, J. B. 1920. Osmotic pressure of serum and erythrocytes in various vertebrate types as determined by the cryoscopic method. Journ. of biol. Chem. XLII, 209.
- 1920a. Osmotic pressure of tissue as determined by the cryoscopic method. Journ. of biol. Chem. XLII, 221.
- 1920b. Maintenance of osmotic pressure within the nucleus. Journ. of biol. Chem. XLII, 227.
- CONSTANTINO, A. 1911. Über den Gehalt der (weißen und roten) quergestreiften und glatten Muskeln verschiedener Tiere an Kalium, Natrium und Chlor. Biochem. Zeitschr. XXXVII, 52.
- CSÁPO, J. und FAUBL, J. 1924. Kalziumgehalt der Serumeiweißfraktionen. Biochem. Zeitschr. CL, 509.
- CUHSNY, A. R. 1920. The colloid-free filtrate of serum. Journ. of Physiol. LIII, 391.
- DAKIN, H. D. 1908. Variations in the osmotic concentration of the blood and coelomic fluids of aquatic animals, caused by changes in the external medium. Biochem. Journ. III, 473.
- DHÉRÉ, CH. 1904. Présence de cuivre et de fer dans l'œuf de la Seiche. Compt. Rend. Soc. Biol. LVII, 209.
- DIAMARE, V. 1909. Sulla composizione dell'uovo in rapporto a questioni biologiche. Rend. R. Accad. di Scienze fis. e matem. Napoli. Fasc. 8—12.
- 1910. Ulteriori ricerche sul glucosio dell'uovo ed il suo significato biologico. Rend. R. Accad. di Scienze fis. e matem. Napoli. Fasc. 7—9.
- 1911. Die Biologie des Eies, als eine chemisch-anatomische Koordination. Anat. Anz. XL, 205.
- 1916. Ancora sul glucosio nell'uovo. Comportamento nel corso dello sviluppo embrionale. Rend. R. Accad. di Scienze fis. e matem. Napoli. Fasc. 3—4.
- DUBOIS, R. 1900. Sur le cuivre normal dans la série animale. C. R. Soc. Biol. LII, 392.
- DUVAL, M. 1924. Relation entre la concentration moléculaire du sang des Crustacés et celle du milieu extérieur. C. R. Acad. Sc. CLXXVIII, 1754.
- 1925. Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. Ann. Inst. Oceanogr. II, 233.
- et PORTIER, P. 1922. Variation de la pression osmotique du sang des Sélaciens sous l'influence de la modification de la salinité d'eau de mer environnante. C. R. Acad. Sc. CLXXIV, No. 23.
- — 1923. Imperméabilité à l'urée de divers tissus des poissons Sélaciens. C. R. Acad. Sc. CLXXVI, 920.
- FAHR, G. 1908. Über den Natriumgehalt der Skelettmuskeln des Frosches. Zeitschr. f. Biol. LII, 72.
- FAHR, G. F. and SWANSON, W. W. 1926. The "effective" osmotic pressure of the plasma proteins. Amer. Journ. of Physiol. LXXVI, 201.
- FAURÉ-FREMIET, E. 1925. La cinétique du développement. Multiplication cellulaire et croissance. Paris.
- et GARRAULT, H. 1922. Constitution de l'œuf de Truite (*Trutta fario*). C. R. Acad. Sc. CLXXIV, 1375.
- — 1922. Étude des substances grasses et lipéoïdes de la Truite. Bull. Soc. Chem. Biol. IV, 378.
- FORCHHAMMER, G. 1865. On the composition of sea-water in the different parts of the ocean. Philos. Trans. CLV, 203.

- FOSSE, R. 1913. Sur l'identification de l'urée et sa précipitation des solutions extrêmement diluées. C. R. Acad. Sc. CLVII, 948.
- 1914a. Analyse quantitative gravimétrique de l'urée. C. R. Acad. Sc. CLVIII, 1076.
- 1914b. Analyse quantitative gravimétrique de l'urée dans l'urine. C. R. Acad. Sc. CLVIII, 1588.
- FREDERICQ, L. 1878. Recherches sur la physiologie du poulpe commun. Arch. Zool. expér. et gén. VII, 533.
- 1884. Composition saline du sang et des tissus des animaux marins. Liv. jubil. Soc. Med. Gand, 271. Cité d'après DUVAL, 1925.
- 1885. Influence du milieu ambiant sur la composition du sang des animaux aquatiques. Arch. Zool. expér. et gén. (II. sér.) III, 34.
- 1901. Sur la concentration moléculaire du sang et des tissus chez les animaux aquatiques. Acad. Roy. de Belgique. Bull. de la Classe des Sc., 428.
- 1911. Sur la concentration moléculaire des tissus solides chez les animaux aquatiques. Arch. intern. Physiol. XI, 24.
- 1922. Action du milieu marin sur les Invertébrés. Arch. intern. Physiol. XIX, 309.
- GADASKIN, J. D. 1926. Über den Gehalt an ungebundenem Zucker in dem Weißen und Dotter der Hühnereier bei Ontogenese. Biochem. Zeitschr. CLXXII, 447.
- GELFAN, S. 1927. The electrical conductivity of protoplasm and a new method of its determination. Univ. of California Publ. in Zoology. XXIX, No. 17, 453.
- GORI, G. 1919. Sulla questione del glucosio e il suo stato nelle uova dei vertebrati. R. Accad. dei Fisiocritici in Siena.
- 1920. Ricerche ulteriori sul glucosio nelle uova dei vertebrati. R. Accad. dei Fisiocritici in Siena.
- GREENE, CH. W. 1904. Physiological studies of the chinook salmon. Bull. of the Bur. of Fisheries. XXIV, 431.
- 1921a. Chemical development of the ovaries of the king salmon during the spawning migration. Journ. of biol. Chem. XLVIII, 59.
- 1921b. Carbohydrate content of the king salmon during the spawning migration. Journ. of biol. Chem. XLVIII, 429.
- GRIFFITHS, A. B. 1892. The physiology of the Invertebrata. London.
- 1892. On the blood of Invertebrata. Proc. Roy. Soc. Edingb. XIX, 117.
- GUEYLARD, F. 1922. Variations de poids de l'Epinoche passant de l'eau douce dans les solutions de chlorure de sodium à différentes concentrations. C. R. Soc. Biol. LXXXVII, 869.
- 1922. Résistance des Epinoches aux variations de salinité. C. R. Soc. Biol. LXXXIX, 78.
- HANSEN, A. 1893—95. Über Stoffbildung bei den Meeresalgen. Mitt. Zool. Stat. Neapel. XI, 255.
- HARTREE, W. and HILL, A. V. 1921. The specific electrical resistance of frog's muscle. Biochem. Journ. XV, 379.
- HECHT, G. 1923. Bestimmung des Organkalkes nach de Waard. Biochem. Zeitschr. CXLIII, 342.
- HENDERSON, J. L. 1908. A note of the union of the proteins of serum with alkali. Amer. Journ. of Physiol. XXI, 169.
- HENZE, M. 1904—05. Beiträge zur Muskelchemie der Octopoden. Zeitschr. f. physiol. Chem. XLIII, 477.
- 1908. Chemische Untersuchungen an Octopoden. Zeitschr. f. physiol. Chem. LV, 433.

- HIRTH et TSCHIMBLER, C. 1924. Technique de l'ultrafiltration; détermination du pH et du calcium, du magnésium, du sodium et du phosphore dans l'ultrafiltrat. C. R. Soc. Biol. XCI, 592.
- HÖBER, R. 1912. Ein zweites Verfahren, die Leitfähigkeit im Innern von Zellen zu messen. Arch. f. ges. Physiol. CXLVIII, 189.
- JANSEN, B. C. P. 1913. Extraktivstoffe aus den Schließmuskeln von *Mytilus edulis*. Zeitschr. f. physiol. Chem. LXXXV, 231.
- JAPPELLI, A. 1906. Rôle du tissu musculaire dans la régulation de la pression osmotique du sang. Arch. intern. Physiol. IV, 369.
- KATZ, J. 1896. Die mineralischen Bestandteile des Muskelfleisches. Arch. f. ges. Physiol. LXIII, 1.
- KELLY, A. 1904. Beobachtungen über das Vorkommen von Ätherschwefelsäuren, von Taurin und Glycin bei niederen Tieren. Hofmeister's Beitr. V, 377.
- KOJO, K. 1911. Zur Chemie des Hühnereies. Zeitschr. f. physiol. Chem. LXXXV, 1.
- KOLB, H. 1901. Chemische Untersuchungen der Eier von *Rana temporaria* und ihrer Entwicklung. Inaug.-Diss. Zürich.
- KOSSEL, A. und EDELBACHER, S. 1915. Beiträge zur chemischen Kenntnis der Echinodermen. Zeitschr. f. physiol. Chem. XCIV, 264.
- KRAMER, B. and TISDALL, F. F. 1921a. A simple method for the direct quantitative determination of sodium in small amounts of serum. Journ. of biol. Chem. XLVI, 467.
- — 1921b. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. Journ. of biol. Chem. XLVI, 339.
- — 1921c. The direct quantitative determination of sodium, potassium, calcium and magnesium in small amounts of blood. Journ. of biol. Chem. XLVIII, 223.
- — 1921d. A simple technique for the determination of calcium and magnesium in small amounts of serum. Journ. of biol. Chem. XLVII, 475.
- — 1922. The distribution of sodium, potassium, calcium and magnesium between the corpuscles and serum of human blood. Journ. of biol. Chem. LIII, 241.
- KRÜGER, F. v. 1925. Die Chemie des Blutes. Handb. d. vergl. Physiol., Bd. 1, Th. 1, 1117.
- KUTSCHER, FR. und ACKERMANN, D. 1926. Vergleichend-physiologische Untersuchungen von Extrakten verschiedener Tierklassen auf tierische Alkaloide, eine Zusammenfassung. Zeitschr. f. Biol. LXXXIV, 180.
- LIBERMANN, L. und BUGARSZKY, S. 1898. Über das Bindungsvermögen eiweißartiger Körper für Salzsäure, Natriumhydroxyd und Kochsalz. Arch. f. ges. Physiol. LXXII, 51.
- LOEB, J. 1913. Artificial parthenogenesis and fertilisation.
- 1920. Influence of the concentration of electrolytes on some physical properties of colloids and crystalloids. Journ. of gen. Physiol. II, 273.
- LOEWY, A. und ZUNTZ, N. 1894. Über die Bindung der Alkalien in Serum und Blutkörperchen. Ein Beitrag zur Theorie der Atmung. Arch. f. ges. Physiol. LVIII, 511.
- MACALLUM, A. B. 1910. The inorganic composition of the blood in vertebrates and invertebrates, and its origin. Proc. Roy. Soc. B. LXXXII, 602.
- 1926. The paleochemistry of the body fluids and tissues. Physiol. Rev. VI, 316.
- MENDEL, L. B. 1904. Über das Vorkommen von Taurin in den Muskeln von Weichtieren. Hofmeister's Beitr. V, 582.
- MEYER, A. 1891—92. Notiz über die Zusammensetzung des Zellsaftes von *Valonia utricularis*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. IX, 77.

- MICHAELIS, L. und KAWAI, S. 1925. Die Aktivität des Natriums im Blutserum. *Biochem. Zeitschr.* CLXIII, 1.
- und RONA, P. 1908. Untersuchungen über den Blutzucker. IV. Die Methode der osmotischen Kompensation. *Biochem. Zeitschr.* XIV, 476.
- MITCHEL, PH. und WILSON, W. 1922. The selective absorption of potassium by animal cells. I. Condition controlling absorption and retention of potassium. *Journ. of gen. Physiol.* IV, 45.
- NEUHAUSEN, B. S. 1922. Free and bound water in the blood. *Journ. of biol. Chem.* LI, 435.
- and MARSHALL, E. K., 1922. An electrochemical study of the concentration of several electrolytes in the blood. *Journ. of biol. Chem.* LIII, 365.
- and PINCUS, J. B. 1923. A study of the condition of several inorganic constituents of serum by means of ultrafiltration. *Journ. of biol. Chem.* LVII, 99.
- NEUSCHLOSZ, S. M. 1923. Über die Bedeutung der K-Ionen für den Tonus der quergestreiften Skelettmuskulatur. *Arch. f. ges. Physiol.* CIC, 410.
- 1925. Die Beziehungen der Erregungskontraktur zum Gehalte der Muskeln an gebundenem Kalium. *Arch. f. ges. Physiol.* CCVII, 27.
- 1926a. Über den Einfluß der Elektrolyten der Spülflüssigkeit auf den Gehalt der Muskeln an gebundenem Kalium. *Arch. f. ges. Physiol.* CCXIII, 47.
- 1926b. Über die physiko-chemischen Bedingungen der Ionenbindung an hydrophile Gele. *Arch. f. ges. Physiol.* CCXIII, 58.
- 1926c. Untersuchungen über die Kaliumbindung in der Kammermuskulatur und ihre Bedeutung für die Herzfunktion. *Arch. f. ges. Physiol.* CCXIII, 19.
- und TRELLES, R. A. 1924. Über die Menge und die Bindungsweise des Kaliums in quergestreiften Muskeln unter normalen und pathologischen Bedingungen. *Arch. f. ges. Physiol.* CCIV, 374.
- NICLOUX, N. et WELTER, G. 1921. Micro-analyse quantitative gravimétrique de l'urée. Application au dosage de l'urée dans 1 cm³ de sang. *C. R. Acad. Sc.* CLXXIII, 1490.
- NITSCKE, A. 1925. Über die Zustandsform des Kalziums im Serum. *Biochem. Zeitschr.* CLXV, 229.
- und FREYSCHMIDT, H. J. 1926. Über die Zustandsform des Kalziums im Serum. *Biochem. Zeitschr.* CLXXIV, 287.
- OSTERHOUT, W. J. V. 1923. Some aspects of selective absorption. *Journ. of gen. Physiol.* V, 225.
- 1925. On the importance of maintaining certain differences between cell sap and external medium. *Journ. of gen. Physiol.* VII, 561; *Stud. Rockefeller Inst.* VII, 311.
- 1926. Is living protoplasm permeable to ions? *Journ. of gen. Physiol.* VIII, 131.
- PARNAS, J. K. 1926. Allgemeines und Vergleichendes des Wasserhaushaltes. *Handb. d. norm. u. path. Physiol.* XVII, 137.
- POLÁNYI, M. 1920. Studien über Leitfähigkeitserniedrigung und Adsorption durch lyophile Kolloide. *Biochem. Zeitschr.* CIV, 237.
- PRZYŁĘCKI, ST. J. 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnego zaroków rozwielitek. (Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenants des œufs parthénogénétiques.) *Trav. Inst. Nencki.* I, 1—31.
- 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zapłodnionych jaj rozwielitek. (Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenants des œufs fécondés.) *Trav. Inst. Nencki.* I, 1—16.

- QUINTON, R. 1912. L'eau de mer, milieu organique. Constance du milieu marin original, comme milieu vital des cellules, à travers la série animale. 2-me édition. Paris.
- RAAB, E. 1927. Über die Bindung des Kaliums im Muskel. Arch. f. ges. Physiol. CCXVI, 540.
- RICHTER-QUITTNER, M. 1924. Le potassium dans l'ultrafiltration du sérum sanguin. C. R. Soc. Biol. XCI, 594.
- RINGER, W. E. 1923. Eiweiß und Natrium- und Kaliumionen. Zeitschr. f. physiol. Chem. CXXX, 270.
- 1925. Eiweiß und Kaliumionen. Zeitschr. f. physiol. Chem. CXLIV, 85.
- RODIER, R. 1900. Sur la pression osmotique du sang et des liquides internes des poissons Sélaciens. C. R. Acad. Sc. 1008.
- RONA, P. und GYÖRGY, P. 1913. Beitrag zur Frage der Ionenverteilung im Blutserum. Biochem. Zeitschr. LVI, 416.
- , HAUROWITZ, F. und PETOW, H. 1924. Beitrag zur Frage der Ionenverteilung im Blutserum. Biochem. Zeitschr. CIL, 393.
- und MELLI, G. 1925. Beitrag zur Frage der Ionenverteilung im Blutserum. Biochem. Zeitschr. CLXVI, 242.
- und PETOW, H. 1923. Beitrag zur Frage der Ionenverteilung im Blutserum. Biochem. Zeitschr. CXXXVII, 356.
- — und WITTKOWER, E. 1924. Beitrag zur Ionenverteilung im Blut. Biochem. Zeitschr. CL, 468.
- und TAKAHASHI, D. 1911. Über das Verhalten des Kalziums im Serum und über den Gehalt der Blutkörperchen an Kalzium. Biochem. Zeitschr. XXXI, 336.
- — 1913. Beitrag zur Frage nach dem Verhalten des Kalziums im Serum. Biochem. Zeitschr. XLIX, 370.
- RUNNSTRÖM, J. 1920. Über osmotischen Druck und Einnembranfunktion bei den Lachs-fischen. Acta Zoologica.
- 1925. Über den Einfluß des Kaliummangels auf das Seeigelei. Publ. della Staz. Zool. di Napoli. VI, 1.
- SALKOWSKI, E. 1911. Über das Vorkommen von Traubenzucker und Kreatinin im Hühnerei. Biochem. Zeitschr.
- SCHMIDT, C. L. A. and WATSON, T. 1918. A method for the preparation of taurin in large quantities. Journ. biol. Chem. XXXIII, 499.
- SCHROEDER, W. VON. 1890. Über die Harnstoffbildung der Haifische. Zeitschr. f. physiol. Chem. XIV, 576.
- SLYKE, D. D. VAN, HASTINGS, A. B., HEIDELBERGER, M. and NEILL, J. M. 1922. The alkali-binding and buffer values of oxyhemoglobin and reduced hemoglobin. Journ. of biol. Chem. LIV, 481.
- , WU, H. and LEAN, F. C. MC. 1923. Factors controlling the electrolytes and water distribution in the blood. Journ. of biol. Chem. LVI, 765.
- 1926. Factors affecting the distribution of electrolytes, water and gases in the animal body. Philadelphia-London.
- SÖRENSEN, S. P. L. 1915—17. Studies on proteins. Compt. Rend. Labor. Carlsberg. XII.
- 1919. Proteinstudien. V. Über den osmotischen Druck der Eieralbuminlösungen. Zeitschr. f. physiol. Chem. CVI, 1.
- SJOBKIEWITSCH, A. J. 1913. Analysen des Vogelblutes. Arb. aus d. med.-chem. Labor. d. Univ. Tomsk II, 111. Cité d'après KRÜGER, 1925.

- STAEDLER, G. und FRERICHS, FR. TH. 1858. Über das Vorkommen von Harnstoff, Taurin und Scyllit in den Organen der Plagiostomen. Journ. f. prakt. Chem. LXXIII, 48.
- STANSON, R. E. 1923. The selective absorption of potassium by animal cells. Journ. of gen. Physiol. V, 461.
- STARLING, E. H. 1895. On the absorption of fluids from the connective tissue spaces. Journ. of Physiol. XIX, 312.
- TERROINE, E. et BARTHÉLEMY, H. 1923. La composition des œufs et des organismes producteurs au cours de l'ovogénèse chez la grenouille rousse (*Rana fusca*). Arch. intern. Physiol. XXI, 250.
- TISDALL, F. F. and KRAMER, B. 1921. Methods for the direct quantitative determination of sodium, potassium, calcium and magnesium in urine and stools. Journ. of biol. Chem. XLVIII, 1.
- TSCHIMBLER, H. et C. 1923. Technique de l'ultrafiltration du plasma; détermination du pH et du calcium, du magnésium, du sodium et du phosphore dans l'ultrafiltrat. C. R. Soc. Biol. XCI, 592.
- URANO, F. 1907. Neue Versuche über Salze des Muskels. Zeitschr. f. Biol. L, 217.
- VALENCIENNES, A. et FRÉMY. 1854. Recherches sur la composition des œufs dans la série des animaux. C. R. Acad. Sc. XXXVIII, 469, 525, 570.
- — 1855. Recherches sur la composition des muscles dans la série animale. C. R. Acad. Sc. XLI, 735.
- WAARD, D. J. DE. 1919. Eine Mikrobestimmung des Kalziums in Blut, Serum und anderen organischen Substanzen. Biochem. Zeitschr. XCVII, 176.
- WARBURG, O. 1908. Beobachtungen über die Oxydationsvorgänge im Seeigeli. Zeitschr. f. physiol. Chem. LVII, 1.
- WETZEL, G. 1907. Die chemische Zusammensetzung der Eier des Seeigels, der Seespinne, des Tintenfisches und des Hundhaies. Arch. f. (Anat. u.) Physiol., 507.
- WHA, CH. 1924. Beitrag zum Verhalten von Kalzium, Kalium, Chlor und Phosphor in der Milch und zur Technik der Ultrafiltration. Biochem. Zeitschr. CXLIV, 278.
- 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.
- WOJTCZAK, A. 1927. Badanie nad przepuszczalnością mięśni dla elektrolitów w stanie pracy i spoczynku. (Recherches sur la perméabilité des muscles pour les électrolytes pendant le travail et le repos.) Trav. Inst. Nencki. IV, No. 58 et Bull. de l'Acad. Polonaise des Sc.
- ZDAREK, E. 1904. Untersuchung der Eier von *Acanthias vulgaris* Risso. Zeitschr. f. physiol. Chem. XLI, 524.
- ZSIGMONDY, R. 1926. Über feinporige Filter und neue Ultrafilter. Biochem. Zeitschr. CLXXI, 198.
- und BACHMANN, W. 1918. Über neue Filter. Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem. CIII, 1.

„PROTOPLASMA“
Internationale Zeitschrift für physikalische Chemie des Protoplasten

Band V Heft 3

Mit 23 Textabbildungen. — Subskriptionspreis 16.40 RM.

Abhandlungen

Inhalt:

Fauré-Fremiet, E., Constitution et propriétés physico-chimiques des éléocytes d'Amphitrite Johnstoni (Malmgren). Avec 10 figures en texte	321—337
Remington, Roe E., The high frequency Wheatstone bridge as a tool in cytological studies; with some observations on the resistance and capacity of the cells of the beet root. With 13 Text-figures	338—399
Herčík, Ferd., Die photoelektrischen Grundlagen der photokapillaren Reaktion	400—411
Albach, Walter, Zellenphysiologische Untersuchungen über vitale Protoplasmafärbung	412—443
Kleine Mitteilung	
Umrath, Karl, Zellwandpotentiale lebender und toter <i>Helodea</i> -Blätter	444—446
Sammelreferat	
Child, C. M., The physiological gradients	447—476
Referate	477—480

Band V Heft 4

Mit 21 Textabbildungen und 2 Tafeln. — Subskriptionspreis 15.20 RM.

Abhandlungen

Inhalt:

Benoist, H., Golblin, V. et Kopaczewski, W., Etudes sur les phénomènes électrocapillaires. VIII. Coloration vitale . . .	481—510
Zirkle, Conway, Fixation images with chromates and acetates. With plates 5 and 6	511—534
Hammett, Frederik S., Studies in the biology of metals. IV. The influence of lead on mitosis and cell size in the growing root	535—542
Hammett, Frederik S. and Justice, Elizabeth S., Studies in the biology of metals. V. The selective fixation of lead by root nuclei in mitosis. With 1 Text-figure	543—546
Hammett, Frederick S., Studies in the biology of metals. VI. The nature of the lead compound deposited in the growing root . . .	547—562
Linsbauer, K., Untersuchungen über Plasma und Plasmaströmung an <i>Chara</i> -Zellen. I. Beobachtungen an mechanisch und operativ beeinflussten Zellen. Mit 19 Textfiguren	563—621
Kleine Mitteilung	
Weber, Friedl, Plasmolyse-Zeit-Methode. Mit 1 Textfigur . . .	622—624
Referate	625—632
Inhaltsverzeichnis von Band V	

PROTOPLASMA- MONOGRAPHIEN

herausgegeben von

**R. Chambers (New York), E. Fauré-Fremiet (Paris), H. Freundlich (Berlin),
E. Küster (Gießen), F. E. Lloyd (Montreal), H. Schade (Kiel), W. Seifriz
(Philadelphia), J. Spek (Heidelberg), W. Stiles (Reading)**

redigiert von

F. Weber (Graz) und L. V. Heilbrunn (Woods Hole)

Band I:

The Colloid Chemistry of Protoplasm

by **L. V. Heilbrunn**

Assistant Professor of Zoology, University of Michigan

356 S. Mit 15 zum Teil farbigen Abbildungen. Gebunden 21 RM.

In Vorbereitung sind folgende Bände:

Temperature and living matter by J. Bělehrádek (Masaryk University Brno)

Permeability by S. C. and M. M. Brooks (University of California)

Electrostatics of protoplasm by J. Gicklhorn (Prag), translated by J. Small
and C. T. Ingold

La physicochimie de la sexualité par Ph. Joyet-Lavergne (Paris)

Chemie des Protoplasmas von A. Kiesel (Universität Moskau)

Pathologie des Protoplasmas von E. Küster (Universität Gießen)

Mechanismus der Enzymwirkung von F. F. Nord (Physiolog. Inst. Tierärztl.
Hochschule Berlin)

Die Muskelzelle von A. Pischinger (Universität Graz)

Elektrische Umladungen in Protoplasten von H. Pfeiffer (Bremen)

Physikalische Chemie der Reifung und Befruchtung von J. Runnström
(Universität Stockholm)

The structure of protoplasm by W. Seifriz (University of Pennsylvania)

Hydrogen-ion concentration in plant cells and tissues by J. Small (University
of Belfast)

Ökologie der Pflanzenzelle von Vl. Úlehla (Masaryk Universität Brno)

Ausführliche Prospekte kostenfrei