

# DE LA SURVIE DE STRUCTURES CONTRACTILES

par Boris RYBAK

Extrait du VOLUME JUBILAIRE  
dédié à Georges PETIT

Supplément n° 17, «VIE ET MILIEU»

1964 pp. 25 à 33

# DE LA SURVIE DE STRUCTURES CONTRACTILES

par Boris RYBAK

La notion de survie est comprise de façons diverses suivant que l'on situe son examen à différents niveaux dimensionnels — donc fonctionnels — d'une structure vivante, qu'il s'agisse ainsi d'un organisme entier, d'un organe, d'un fragment d'organe, de tissus, de cellules, de complexes poly-moléculaires — et poly-macromoléculaires structurés en particulier que sont les organites sub-cellulaires pouvant être partiellement autonomes comme les mitochondries ou parasitaire comme les ultra-virus. La caractéristique essentielle de la survie — qui donne des éléments à une définition de la vie — est le maintien prolongé potentiel ou actif des propriétés métaboliques générales et des fonctions spécifiques d'une entité biologique; elle n'implique la notion de pérennité que lorsqu'il s'agit de survie phylétique.

Mon propos est ici de considérer deux cas de survie ontologique, celle du spermatozoïde et celle du cœur. Dans ces cas on peut chercher à conserver le plus longtemps possible les *capacités* biotiques de l'entité étudiée et ce sont alors des problèmes à portée pratique principalement qui se posent, problèmes dont la résolution consiste

---

\* C'est au Laboratoire Arago que j'ai pu approfondir mes études sur la fécondation chez les Oursins et réaliser les premières expériences sur la survie active prolongée du cœur ouvert. Les Stations côtières de Biologie, et celle de Banyuls-sur-Mer en particulier, assurent — et assureront de plus en plus dans l'avenir — un rôle fondamental dans le développement de la Physiologie tant végétale qu'animale; ceci par suite de la variété et de l'abondance du matériel maritime et aussi parce que la recherche scientifique créative est science inspirée et que la beauté du site facilite la méditation. Au Parthénon, Plutarque trouvait « ... un souffle vivant et incorruptible... une âme inaccessible à la vieillesse ». Ce symbole d'esprit est vraiment vivace aujourd'hui puisqu'il s'est répandu en ces hauts-lieux que sont les Laboratoires d'Enseignement et de Recherche et cette pulsation méditerranéenne, à laquelle l'humanité doit tant, s'est manifestée au Laboratoire Arago d'une façon particulièrement ardente sous l'impulsion du Professeur Georges PERRI à qui j'ai l'honneur de dédier ce présent travail.

à limiter le métabolisme général; on utilise à cet effet la réfrigération — voire la dessiccation associée à la réfrigération — ceci dans le but de créer des « banques » pour l'insémination artificielle par exemple ou encore pour des greffes. Dans le cadre de la physiologie fondamentale on doit plutôt s'efforcer de maintenir des survies prolongées de telle façon que l'entité biologique considérée soit *fonctionnelle* afin de se servir de cette survie active pour reconnaître précisément la ou les fonctions qui expriment les propriétés spécifiques de cette entité. Il s'agit donc de placer la structure en étude à une température qui lui est normale, soit dans l'acception d'une écologie externe (spermatozoïdes d'Oursins), soit dans celle d'une écologie interne (cœur).

De toute façon quatre caractéristiques physico-chimiques fondamentales sont à considérer (1) (2) : la température ( $\theta$ ), la force ionique ( $\mu$ ), la concentration en ions hydrogène (pH), le potentiel d'oxydo-réduction (rH2); c'est là une règle écologique générale qui n'a pas d'exception.

#### *De la survie des spermatozoïdes d'Oursins*

Les expériences de survie étant donc conduites à la température du laboratoire et les durées de survie atteignant plusieurs jours, on doit observer ici des règles aseptiques (3) ou antiseptiques (par exemple par adjonction d'un antibiotique comme la pénicilline au milieu de survie). J'ai ainsi pu obtenir une survie de 162 h pour les spermatozoïdes d'*Arbacia lixula* à 20° C (2) \*.

L'écologie quantitative de la fécondation chez les Oursins telle que je me suis efforcé de la formuler (2) a notamment mis en évidence que ce qui importe du point de vue motricité spermatique de fécondation, ce n'est pas l'état cinétique actuel des spermatozoïdes dans l'eau de mer mais l'état cinétique qu'ils prendront dans l'eau de mer ovulaire, c'est-à-dire en présence de fertilisine. En effet dans les expériences de survie prolongée, la motilité peut être nulle dans le milieu de conservation et cependant des fécondations peuvent être obtenues dans la mesure où la motilité est réactivée par passage dans le milieu de fécondation. D'ailleurs tout dépend de la concentration des spermatozoïdes dans le milieu de conservation et j'ai

\* La règle de calcul donnée pour l'histogramme de clivage pour les spermatozoïdes témoins ( $t$ ) et sénescents ( $s$ ) n'est valable que pour  $t = 100$  (pour toute valeur de  $s$ ) ou pour  $t = s$ , l'équation étant  $\frac{s \times 100}{t}$ ; mais il faut

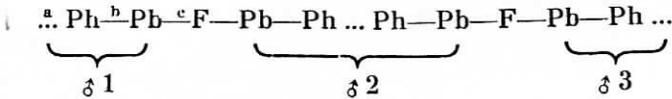
tenir compte des écarts quadratiques moyens très différents et pouvant être très élevés dans les expériences considérées.

N.B. — En (2) p. 120, 8) : une interversion d'impression — que le lecteur aura rétablie de lui-même — fait que l'on doit lire : ... si on ajoute des spermatozoïdes de *P. lividus*... que la présence de spermatozoïdes d'*A. lixula*...

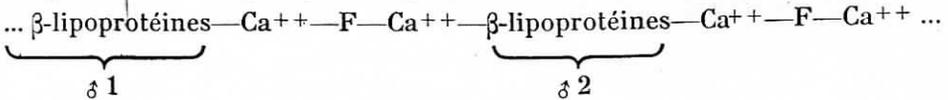
nommé *règle de Kölliker* la relation inverse qui lie à la fois concentration spermatique et intensité métabolique (respiration essentiellement) avec la durée de survie spermatique. Ceci découle de ce fait que le spermatozoïde d'Oursin est aérobic mais que, tant qu'il n'est pas en contact avec l'eau de mer, le sperme est un milieu réducteur et que, plus il est dilué plus il consomme d'oxygène et plus, dans une certaine mesure, il est mobile. En fait la sénescence s'explique ici en considérant que la quantité de substrats d'un sperme donné d'Oursins est limitée et que la capacité que possède le spermatozoïde mobile de maintenir son taux d'enzymes est restreinte si ce n'est nulle, de sorte que, à partir du moment de la dispersion en eau de mer, les spermatozoïdes sont en catabolisme continu (c'est d'ailleurs ce qui rend si laborieuse, par suite des servitudes chronométriques, l'étude de la survie des spermatozoïdes d'Oursins à température de fécondation). Ainsi l'adjonction d'eau de mer à une suspension de spermatozoïdes d'Oursins provoque une augmentation de leur respiration [« effet de dilution » (4)] et les substrats se consomment plus rapidement. La production élevée de CO<sub>2</sub> respiratoire contribue aussi à l'immobilisation des spermatozoïdes, DZERWINA et BOHN (5) ayant montré que les spermatozoïdes d'Oursins sont facilement anesthésiables par le gaz carbonique. Mais en présence de fertilisine en eau de mer, la respiration spermatique augmente encore plus et ceci doit être lié au fait (6) que les mouvements flagellaires automatiques sont hyperactivés dans ces conditions. Dans l'état actuel des choses, et malgré de nombreux travaux, la nature de l'agent activateur flagellaire est inconnue. On peut suggérer que la fertilisine, étant un mucopolyoside sulfurique (7), pourrait agir en amenant une dépolarisation de la cellule spermatique et sans doute y aurait-il lieu de rapprocher les relations spermatozoïdes d'Oursin - fertilisine d'Oursin des relations amibe-héparine (8).

Quoi qu'il en soit, la vie libre du spermatozoïde mobile d'Oursins est donc courte et il doit de toute nécessité passer de la vie testiculaire à la vie ovulaire dans les délais les plus brefs, sans quoi il meurt. Dans le cas des spermatozoïdes flagellés tous les auteurs s'accordent à reconnaître que la capacité de fécondation est liée à la motricité. Ceci est exact mais, inversement, la motricité n'est pas facteur exclusif de fécondation puisque le pouvoir de pénétration du spermatozoïde dans l'ovule — pour s'en tenir à une propriété physiologique classique de la fécondation et ne pas entrer dans le cadre de la physiologie de l'amphimixie — est fondamentalement associé à l'état du perforatorium. Or, sous l'influence de la fertilisine (9) (10) (11), l'acrosome sécrète une structure particulière. A la suite des travaux de HULTIN (12) qui considérait l'anti-fertilisine comme une protéine basique, j'ai été amené à formuler (1) un schéma de la combinaison d'agglutination et de désagglutination

spontanée tel que, si un complexe membranaire des spermatozoïdes était constitué d'une combinaison partiellement salifiée entre des phosphatides (Ph) et des protéines basiques (Pb), la fertilisine (F) venait saturer la capacité basique en excès de Pb pour former des ponts du type :



Dans ces conditions la désagglutination était un phénomène enzymatique portant soit au niveau a, soit au niveau b, soit au niveau c. Or l'ion calcium est un co-facteur de l'agglutination (13) et il n'apparaît pas dans ce schéma. Etant donné de plus la mise en évidence, en collaboration avec Burstein (14), d'une combinaison de la fertilisine avec les  $\beta$ -lipoprotéines en présence de  $\text{Ca}^{++}$  et en tenant compte d'une part des résultats cytochimiques de Popa (10) et de Tuzet (15) et, d'autre part, du phénomène d'éjection acrosomique sous l'influence de la fertilisine (9) (10) (11), il me paraît actuellement que la combinaison agglutinante relève d'un processus chimique que l'on peut schématiser de la façon suivante :



de telle sorte que la désagglutination correspondrait à l'évacuation acrosomique de tels complexes; dans ces conditions l'anti-fertilisine serait une  $\beta$ -lipoprotéine et aurait donc un point iso-électrique plutôt acide\*.

Il est remarquable par ailleurs que la fertilisine provoque une réaction au niveau de la cinétide, puis, à son anti-pôle, une réaction qui est sécrétoire et qui revêt ici un aspect particulièrement mécano-chimique — étant une éjection particulière —, comme si l'excitation que provoque la fertilisine sur le spermatozoïde déterminait des réponses principalement mécaniques\*\*.

\* Cette combinaison F- $\text{Ca}^{++}$ - $\beta$ -lipoprotéines devrait être prise en considération quand on effectue des études sérologiques avec de l'eau de mer ovulaire [consulter notamment Perlmann (16) (17)].

\*\* Je précise que l'extraction de la fertilisine peut être faite par l'acide trichloracétique N/2 en eau de mer et sans que l'attaque excède une heure et que la centrifugation — de préférence à froid — dépasse 3 500 - 4 500 tours/mn de façon à ce que les ovules ne soient pas dégangés; il convient d'ailleurs de veiller à ce que la couche éventuelle de gangues — renfermant la fertilisine — ne soit pas éliminée par la décantation suivant la centrifugation. Notons que pour N/2 (en poids) en eau de mer, le pH initial est de 0,35 à Roscoff et de 0,58 à Banyuls-sur-Mer. Il passe généralement à 1,2 dans le surnageant de centrifugation d'extraction d'ovules de *P. lividus* par 3 volumes d'acide et généralement à 0,85 dans le surnageant de centrifugation d'extraction d'ovules d'*A. liacula* dans ces conditions; ceci laisse entendre qu'il existerait une ou plusieurs substances tampons dans les ovules d'Oursins.

## De la survie du cœur de Vertébrés

Les petites dimensions des spermatozoïdes et la présence d'une grande quantité d'acide désoxyribonucléique pouvant gêner l'isolement de cinétides pures rendent difficile l'étude quantitative des processus moléculaires qui commandent l'activité contractile automatogène. Ces considérations m'ont conduit à porter les recherches sur des structures douées d'automatisme contractile et dimensionnellement plus accessibles. Le cœur est un organe de choix à ce propos puisque ses contractions sont franches et régulières tandis que celles des organes à muscle lisse sont assez contingentes.

Or connaître le fonctionnement du muscle cardiaque dans son ensemble revenait à mettre au point des méthodes expérimentales permettant d'accéder à la totalité structurale macroscopique de l'organe considéré; ceci présentait d'autant plus d'importance *a priori* que les centres automatogènes, chez les Mammifères en particulier, sont localisés à l'intérieur de l'oreillette droite. De plus le maintien en survie active prolongée du cœur nécessite classiquement la mise en œuvre exclusive de la perfusion. A cet effet pour ne considérer que la série des Vertébrés, dans le cas des Poïkilothermes c'est toute la structure cavitaire qui est irriguée tandis que, chez les Homéothermes, des contractions autonomes prolongées peuvent se maintenir par la seule irrigation du réseau coronaire.

La perfusion représente la technique la plus remarquable pour la physiologie des organes — et notamment pour l'étude de leur chimie physiologique — puisque l'irrigation d'un organe donné se fait par ses voies naturelles et qu'elle est donc très efficace, permettant un contact excellent entre les métabolites apportés aux cellules en amont et une évacuation — également capillaire — des déchets plus ou moins définitifs, en aval. Le système fonctionne donc comme la boîte noire des radio-électriciens selon un bilan avant-après sur lequel repose le principe de Fick, artério-veineux.

Dans la mesure où l'organe cavitaire est maintenu ouvert, ou la perfusion n'est plus possible selon les voies naturelles (c'est le cas des cœurs des Poïkilothermes) ou elle n'est plus que partielle du fait de la section de vaisseaux pariétaux (comme il en va dans le cas des cœurs de Mammifères). De plus le liquide de perfusion exerce une tension mécanique sur les parois du cœur, ou encore, cette tension est appliquée par simple gravité étant donné les montages habituels de perfusion sur cœur extirpé.

Depuis la mise au point (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) des techniques assurant la survie contractile prolongée de cœurs entièrement ouverts de Cyclostomes, de Téléostéens et Sélaciens, de

Batraciens, de Reptiles et de Mammifères, la nécessité d'une catalyse mécanique (25) soit par choc (26), soit par traction (27) a été reconnue. Il est remarquable à ce propos qu'avec le cœur d'un Mammifère comme le Rat, *sans perfusion coronaire* mais sous traction mécanique en 6 points et immersion dans une solution de Tyrode oxygénée en continu et tiédie, des contractions régulières se manifestent quoique avec dissociation auriculo-ventriculaire 2/1; le fait qu'il y ait contractions automatiques dans ces conditions semble indiquer que la distension des fibres favorise l'oxygénation puisque celle-ci paraît être facteur limitant de la contraction ventriculaire chez les Mammifères, mais cela n'exclut pas qu'un autre facteur intervienne dans la distension et, particulièrement, l'augmentation de la vitesse de contraction liée aux modifications de l'excitabilité (29).

Quoi qu'il en soit pour l'instant des mécanismes intimes, la mise en jeu de chocs ou de la traction mécanique permet la réanimation des cœurs intacts ou ouverts (30) (22); bien mieux, utilisant la technique du cœur ouvert de Grenouille (20), ANDJUS et RAJEVSKI (31) ont pu réanimer des préparations qui avaient été congelées à — 196° C. Le problème de l'automatisme cardiaque n'est donc pas seulement un problème biochimique mais un problème mécano-biochimique. Toutefois, dans le cas du cœur branchial — *aneural* — de *Myxine glutinosa*, tout fragment auriculaire, ou ventriculaire même, peut se contracter automatiquement pendant plusieurs heures sans traction appliquée, si toutefois la température de l'ambiance n'est pas supérieure à 24° C (32). C'est qu'il existe dans ce cœur outre des cellules musculaires — qui renferment quelques granules de catécholamines — des cellules non-musculaires bourrées de ces granules (33) (34) (35), cellules que j'assimilerai à des cellules paraganglionnaires chromaffines et qui, à mon sens, jouent le rôle d'autant de « pacemakers ». Or il me paraît intéressant d'attirer l'attention sur ce que l'ouabaïne diminue la teneur en noradrénaline du myocarde (36) et sur ce que, par ailleurs, l'héparine exerce une action anti-toxique sur le cœur traité par l'ouabaïne (37). Il est possible que l'héparine intervienne ici encore principalement en favorisant la dépolarisation de la fibre musculaire cardiaque (cf. p. 3). Toujours est-il que la périodicité automatogène implique qu'il existe un mécanisme cellulaire « haché » régulièrement et l'on peut supposer que les produits condensés en granules dans le cœur branchial de *Myxine glutinosa* agissent pour cela sur des unités sub-cellulaires organisées en particules ou « solubles ». Il est notable d'ailleurs que, dans le cœur de Mammifère, le tissu nodal (structure d'impulsion et de conduction) s'avère au moins pour la conduction — encore que les phénomènes d'ectopie laissent entendre qu'il en serait de même pour l'impulsion — s'avère donc structure *préfé-*

rentielle et non exclusive puisque l'on peut procéder à des sections importantes de la masse cardiaque — et ventriculaire en particulier — sans que l'alternance contractile auriculo-ventriculaire cesse d'être régulière et prolongée (38); or, dans ces conditions, le faisceau de His et le réseau de Purkinje sont mutilés et il faut donc admettre que la conduction vicariante se fait par des fibres musculaires ordinaires.

### *Considérations d'ensemble*

Nous avons vu que la règle de Kölliker régit le fonctionnement de la physiologie somatique des spermatozoïdes d'Oursins. Elle montre que plus les spermatozoïdes sont actifs moins longtemps ils restent mobiles et que, plus la motilité spermatique est forte, plus la consommation d'oxygène est élevée, elle exprime que ces unités vivantes ne sont pas capables de resynthétiser les substrats et surtout les enzymes qui utilisent ces substrats. Ceci amène à bien distinguer l'activité motrice et la réanimation motrice. Si on cherche — sans tenir compte évidemment de la concentration cellulaire — à étendre cette règle de Kölliker au cœur, on constate que celui-ci est capable d'un pouvoir de resynthèse pendant la phase diastolique, mais on constate aussi qu'une tachycardie chronique est dommageable et que, aux basses fréquences de contraction cardiaque chez la Grenouille, il existe une relation rectilinéaire entre la fréquence et la consommation d'oxygène (39); aux fréquences élevées la courbe s'infléchit vers le bas, ce qui exprime une dette d'oxygène et aussi que le cœur peut, pendant un certain temps, suivre un métabolisme énergétique vicariant anaérobie \*. D'autre part dans des expériences inédites (1961) que j'ai faites en collaboration avec LÜBBERS et KUNZE sur le cœur de Lapin, nous avons constaté — par mesures polarographiques de la  $pO_2$  endo-ventriculaire — que, lorsqu'une tachycardie se développe par administration d'adrénaline, il se manifeste au début un accroissement de la  $pO_2$  par suite de la vasodilatation coronaire concomitante mais que, rapidement, la  $pO_2$  diminue par suite du déficit entre la quantité d'oxygène apportée au myocarde par voie coronaire et la quantité d'oxygène consommée pendant la tachycardie par le myocarde, ce qui aboutit souvent à un collapsus.

En somme ce qui fait que la règle de Kölliker est si manifeste dans le cas des spermatozoïdes (indépendamment, insistons, de

---

\* Ce que ne peut faire le spermatozoïde d'Oursins dont la motilité est ordinairement reconnue comme strictement associée à l'aérobiose. [Cependant TYLER et ROTHSCHILD (40) ont soutenu que des spermatozoïdes d'Oursins peuvent rester mobiles quelques heures en anaérobiose en présence de glycolyse; ceci demande toujours confirmation].

l'« effet de dilution »), c'est que le spermatozoïde n'est pas, comme le cœur, une structure diploïde et que l'équilibre métabolique qui découle de la relation un gène → un enzyme y est oblitéré tandis que, dans une structure végétative comme le cœur, les potentialités de renouvellement des enzymes surtout permettent de différer, mais sans plus, les dégénérescences fonctionnelles. En fait il existe ici encore, une relation inverse entre la fréquence contractile du cœur et sa longévité et, dans une certaine limite, une relation directe entre la fréquence contractile et la consommation d'oxygène, ce qui rend compte du caractère bénéfique de la bradycardie.

D'autre part il importe de ne pas confondre ce qui est activité automatogène et ce qui est contraction « automatique ». Pour autant qu'on puisse en juger dans l'état actuel de nos techniques, l'automatisme du flagelle spermatique — muscle extra-somatique — est indépendant des conditions de tension mécanique; or ceci rapproche cette cinétide de l'estomac ou encore de l'intestin (où existent des plexus) mais surtout du cœur branchial, aneural, du Cyclostome primitif *Myxine glutinosa* où l'existence d'éléments non-musculaires d'allure paraganglionnaire chromaffine — donc d'*origine* nerveuse — largement dispersés — qui semblent jouer le rôle d'autant de centres automatogènes — doit rendre compte de cette large autonomie cardiaque vis-à-vis de la traction; il faut noter d'ailleurs que les spermatozoïdes d'Oursins manifestent une hypermotricité en présence d'adrénaline (41). Il est clair que les niveaux de complexité sont très différents ici et là mais, dans l'étude comparative des centres automatogènes, une certaine convergence semble s'indiquer qui se précisera peut-être dans les études ultérieures au niveau subcellulaire.

*Zoophysiologie, Faculté des Sciences,  
Caen*

- (1) RYBAK, B., 1957. — Recherches sur la biologie des spermatozoïdes d'Oursins. *Supplément XLI, Bull. Biol. France-Belgique*.
- (2) RYBAK, B., 1962. — Cours de Zoophysiologie, 2 volumes, Gauthier-Villars éd., Paris.
- (3) FISCHER, M.H., 1903. — *Am. J. Physiol.*, 8 : 430.
- (4) COHN, E.J., 1917. — *Anat. Rec.*, 11 : 530.
- (5) DZERWINA, A. et BOHN, G., 1926. — *C.R. Acad. Sc.*, 183 : 317.
- (6) LILLIE, F.R., 1913. — *J. exp. Zool.*, 14 : 515.
- (7) VASSEUR, E., 1952. — *Acta chem. Scand.*, 6 : 376.
- (8) BELL, L.G.E. et JEAN, K.W., 1962. — *Nature*, 195, n° 4839 : 400.

- (9) DERBÈS, A., 1847. — *Ann. Sc. Nat.*, 8 : 80.
- (10) POPA, G.T., 1927. — *Biol. Bull.*, 52 : 238.
- (11) DAN, J.C., 1950. — *Biol. Bull.*, 99 : 399.
- (12) HULTIN, T., 1947. — *Ark. för Kemi.*, 24 B, n° 12.
- (13) LOEB, J., 1914. — *J. exp. Zool.*, 17 : 123.
- (14) RYBAK, B. et BURSTEIN, M., 1960. — *Experientia*, 16 : 216.
- (15) TUZET, O., 1932. — *C.R. Soc. Biol.*, 109 : 696.
- (16) PERLMANN, P., 1956. — *Exp. Cell Res.*, 10 : 324.
- (17) PERLMANN, P., 1959. — *Experientia*, 15/2 : 41.
- (18) RYBAK, B. et CORTOT, H., 1956. — *C.R. Soc. Biol.*, 150 : 2216.
- (19) RYBAK, B., BÉCUWE, M. et BÉCUWE, P., 1957. — *Experientia*, 13 : 91.
- (20) RYBAK, B. et CORTOT, H., 1957. — *C.R. Soc. Biol.*, 151 : 574.
- (21) RYBAK, B. et CORTOT, H., 1957. — *C.R. Soc. Biol.*, 151 : 1392.
- (22) CORTOT, H. et RYBAK, B., 1957. — *C.R. Soc. Biol.*, 151 : 1880.
- (23) RYBAK, B. et CORTOT, H., 1958. — *C.R. Acad. Sc.*, 247 : 967.
- (24) RYBAK, B., 1959. — *J. de Physiol.*, 51 : 631.
- (25) RYBAK, B., 1957. — Conférences du Palais de la Découverte, Paris, série A, n° 226.
- (26) RYBAK, B., 1955. — *C.R. Acad. Sc.*, 241 : 1411.
- (27) RYBAK, B., 1958. — *A Medicina contemporânea*, Lisbonne, 76, n° 7 : 295.
- (28) RYBAK, B., CORTOT, H. et CANIVENC, R. — L'intérieur du cœur en activité spontanée. Film en couleurs, son optique; Cinémathèque du Musée pédagogique (Paris) et Cinémathèque de la Direction générale des Relations culturelles.
- (29) PENEFSKY, Z.J. et HOFFMAN, B.F., 1963. — *Am. J. Physiol.*, 204 : 433.
- (30) RYBAK, B. et RETAIL, J., 1956. — *Experientia*, 12 : 438.
- (31) ANDJUS, R.K. et RAJEVSKI, V., 1959. — C.R. X<sup>e</sup> Congr. Internat. Froid Progr., Sci. Techn. Froid, Copenhague, 1959. Pergamon Press éd.
- (32) RYBAK, B. — Résultats inédits.
- (33) ÖSTLUND, E. et collaborateurs, 1960. — *Nature*, 188 : 324.
- (34) JENSEN, D., 1961. — *Comp. Biochem. Physiol.*, 2 : 181.
- (35) HOFFMEISTER, H., LICKFELD, K., RUSKA, H. et RYBAK, B., 1961. — *Zeitschr. f. Zellforsch.*, 55 : 810.
- (36) CESSION-FOSSION, A., 1962. — *C.R. Soc. Biol.*, 156 : 1192.
- (37) LOUBATIÈRES, A., SASSINE, A. et BOUYARD, P., 1962. — *C.R. Soc. Biol.*, 156 : 1327.
- (38) RYBAK, B., 1962. — *Life Sc.*, n° 5 : 201.
- (39) WEIZSÄCKER, V., 1912. — *Pflüger's Archiv*, 148 : 535.
- (40) TYLER, A. et ROTHSCHILD, Lord, 1951. — *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 76 : 52.
- (41) RYBAK, B., 1949. — *Bull. Soc. Chimie biol.*, 31 : 464.