

tive. Les *courants de repos* sont corrélatifs du fonctionnement chimique du protoplasma ; dans les tissus le protoplasma se comporte comme le zinc d'une pile électrique. L'intensité du courant est proportionnelle à l'intensité des phénomènes respiratoires. Elle diminue quand les tîsus sont refroidis ou anesthésiés, augmente, au contraire, par une chaleur modérée (de 35 à 40°) pour disparaître par l'ébullition. M. d'Arsonval, quoique les courants perçus soient assez faibles pour que leur existence ait paru douteuse à nombre d'auteurs, leur attribue une importance considérable en considérant que les courants ainsi recueillis ne représentent qu'une partie infime des courants réellement produits. Ce sont, en effet, des courants dérivés. En réalité, dans l'intimité des tissus, ces courants peuvent être fermés sur eux-mêmes en court circuit et, dès lors, ne sont plus perceptibles que sous forme de chaleur. Les courants propres musculaires seraient donc, à vrai dire, l'origine vraie de la chaleur animale, qui, au lieu d'être le résultat direct et primitif des combustions intra-organiques, serait, au contraire, un phénomène de seconde main. La réaction chimique du protoplasma engendrerait d'abord un courant électrique et la chaleur ne serait que le résultat d'une seconde transformation.

« C'est là, d'ailleurs, dit M. d'Arsonval, un mécanisme de la chaleur commune, d'après moi, à toutes les réactions chimiques et que met en évidence l'action de l'eau acidulée sulfurique sur le zinc. Si on fait agir l'eau acidulée sur le zinc ordinaire, la réaction chimique semble dégager immédiatement et directement de la chaleur. Il se forme une foule de petites piles locales, en raison de l'impureté du zinc, piles fermées sur elles-mêmes en court circuit, au sein même du liquide et dont les courants parcellaires se transforment en chaleur suivant la loi de Joule ($\text{chaleur} = RI^2$). L'apparition de la chaleur a donc été précédée par le dégagement électrique. » Il en serait de même pour les tissus vivants qui au point de vue qui nous occupe peuvent être assimilés à une infinité de piles parcellaires.

On conçoit toute l'importance qu'ont ces déductions au point de vue de l'électrothérapie et de l'électrophysiologie.

La cause des courants d'action serait toute différente. Voici quelle est l'explication qu'en donne M. d'Arsonval : « Les remarquables expériences de M. Lippmann ont établi une relation entre les phénomènes électriques et les actions capillaires. Par les variations de la tension superficielle il a donné un nouveau moyen de produire mécaniquement de l'électricité et réciproquement d'obtenir des mouvements mécaniques au moyen de l'électricité. Les conditions de l'expérience que M. Lippmann a faite avec l'eau acidulée et le mercure sont constamment réalisées dans les tissus vivants. » A propos de l'organe électrique de la torpille nous avons vu que M. d'Arsonval fabrique un organe artificiel au moyen d'un tube de caoutchouc séparé en une série de compartiments par une cloison en terre poreuse ou en roseau, chacun des compartiments contenant une couche de mercure et un peu d'eau acidulée. Nous avons vu, d'autre part, que l'organe de la torpille est tout à fait comparable à un muscle ; on peut donc par extension, considérer le tube ainsi disposé comme un muscle schématique.

Les déformations mécaniques qu'un tel appareil, quelques faibles et quelques rapides qu'elles soient modifient la tension électrique. Réciproquement, les variations de tension électrique, quelque faibles qu'elles soient, s'accompagnent d'une déformation mécanique. Ces déformations sont absolument invisibles et d'ordre moléculaire comme les déformations que subit une muraille, à travers laquelle se propage un son. Ces prémisses physiques posées l'explication physiologique de l'oscillation négative devient facile : « Considérons un globule de mercure plongé dans l'eau acidulée et relié à une des bornes d'un galvanomètre par un fil isolé du liquide acidulé, l'autre borne communiquant à une masse de mercure située dans la même eau acidulée. Si nous venons à déformer mécaniquement le globule de mercure, nous savons que cette défor-

mation s'accompagnera de la production d'un courant (expérience de Lippmann). Si la surface du globule augmente, il devient positif. Si elle diminue il devient négatif par rapport au liquide extérieur. Supposons maintenant que ce globule de mercure soit *spontanément* déformable et que, d'étalé qu'il était, il tende à devenir sphérique, c'est-à-dire que sa surface diminue; dans ce cas il deviendra négatif. Un globule de protoplasma, nageant au sein d'un plasma liquide, réalise ces conditions; s'il se contracte il doit devenir négatif. C'est, en effet, ce que l'expérience montre avec tous les tissus contractiles: un point excité est négatif par rapport à la substance musculaire non excitée.

La fibre musculaire présente-t-elle une structure capable de donner lieu à ces phénomènes?

D'après les recherches modernes, on sait que la fibre striée est composée de deux substances différentes, en forme de disques superposés alternativement. L'une de ces substances (disque clair) est isotrope ou monoréfringente; l'autre, au contraire (disque sombre) est anisotrope ou biréfringente.

L'oscillation négative se produit, lors de la contraction, par suite de la déformation mécanique qui se produit au niveau de la surface de contact des disques clairs avec les disques sombres, phénomène analogue à celui qui se passe dans le tube de caoutchouc.

Si l'oscillation négative est due à cette déformation interne moléculaire de la substance musculaire, on doit l'observer encore si on empêche le muscle de se déformer en masse lors de sa contraction, pourvu que le changement de forme puisse se produire au contact des disques clairs et des disques sombres.

Si l'on fixe un muscle dans du plâtre (Dubois-Reymond), si on le tend par un poids trop lourd pour qu'il puisse le soulever (Brown-Séguard), la variation électrique est alors maxima.

Or, si on fixe une fibre musculaire, sous le microscope, par ses deux extrémités, de façon à ce qu'elle ne puisse se rac-

courcir lors de sa contraction, *le changement de forme des disques clairs et des disques sombres est alors à son maximum* (Ranvier).

M. d'Arsonval démontre expérimentalement la justesse de ces vues en produisant une oscillation positive en allongeant le muscle comme l'avait fait Meissner. Il dispose cette expérience de la façon la plus élégante. Il fixe, à l'aide d'une pince la partie tendineuse d'un muscle; l'autre extrémité est reliée, par un fil de soie, à l'extrémité tendineuse d'un second muscle fixé rigidement par l'autre bout. Chacun de ces muscles est relié à un galvanomètre et tous les deux possèdent leur courant propre normal, les équateurs étant positifs par rapport aux tendons. Dans cette position on excite l'un des muscles qui se contracte et qui, en se contractant, allonge nécessairement l'autre muscle. Aussitôt on voit le muscle qui se contracte donner lieu à une oscillation négative tandis que celui qui s'allonge donne lieu à une oscillation positive.

Cette théorie si ingénieuse et appuyée, pour le muscle, sur des faits si probants semble avoir besoin, en ce qui concerne le nerf, d'un supplément d'étude. Du reste M. d'Arsonval ne s'explique pas au sujet du nerf dans ses nombreuses communications. La structure du nerf est en effet très différente de celle du muscle et les déformations moléculaires produites par la transmission d'une excitation quoique infiniment probables n'ont pas été, encore, observées sous le microscope comme M. Ranvier l'a fait pour les déformations moléculaires du muscle.

Quoi qu'il en soit des explications qui peuvent être données des phénomènes que nous venons d'analyser, il est certain qu'ils doivent jouer un rôle dans la vie cellulaire. Nous venons de voir que M. d'Arsonval les considère comme les générateurs de la chaleur animale. Ce n'est peut-être pas le seul rôle qu'ils remplissent. A mon avis, ils doivent en outre jouer un rôle important dans les phénomènes d'osmose et d'exosmose. Deux liquides de densité et de composition chimique différentes