

15. IX. 1909

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE : CIRCULATION, RESPIRATION, SYSTÈMES NERVEUX
ET MUSCULAIRE

Dans un premier article, nous avons résumé les récents travaux de Physiologie générale; nous allons maintenant aborder les travaux plus spéciaux qui se rapportent à la circulation, à la respiration et aux systèmes nerveux et musculaire.

I. — CIRCULATION.

1. *Individualité de l'électrocardiogramme.* — Pendant de longues années, la boussole de Wiedemann, sous la forme que lui avait donnée du Bois-Reymond, est restée l'instrument classique pour les recherches d'électrophysiologie. Puis l'outillage créé par le célèbre physiologiste berlinois a été peu à peu délaissé et remplacé par l'emploi de l'électromètre capillaire de Lippmann. Ici la masse mise en mouvement par le courant électrique est si petite et ses déplacements si faibles, que les effets de l'inertie, si gênants dans la boussole de Wiedemann, ne se font pour ainsi dire pas sentir. Les excursions du ménisque mercuriel suivent d'une façon très satisfaisante les variations les plus rapides et les plus subtiles du courant électrique. En photographiant ces excursions sur un cylindre enregistreur recouvert de papier sensible ou sur une plaque photographique en mouvement, on peut recueillir une image fidèle de toutes les phases des courants d'action des muscles, des nerfs, etc. Depuis quelque temps, le galvanomètre à corde d'Einthoven fait une concurrence souvent victorieuse à l'électromètre pour les recherches d'électrophysiologie. Ici l'on enregistre photographiquement les déviations d'un fil de quartz argenté traversé par le courant et tendu entre les pôles d'un puissant électro-aimant. L'appareil d'Einthoven fournirait des tracés encore plus fidèles que ceux de l'électromètre.

L'année dernière, j'ai signalé ici plusieurs applications heureuses de l'électromètre à l'étude de l'électrocardiogramme et à celle des bruits du cœur.

Einthoven¹ et ses élèves ont enregistré au Laboratoire de Leyde les phénomènes électriques qui accompagnent la pulsation cardiaque chez un grand nombre de personnes. La technique est assez simple. On sait que le cœur battant dans notre

corps développe à chaque pulsation un courant électrique qui est conduit vers toutes les parties de notre organisme, par exemple vers nos mains et nos pieds. Le sujet est commodément assis sur une chaise et plongé chaque main dans un grand vase rempli d'un liquide conducteur, solution de sel marin par exemple. Ou bien le sujet plonge une main dans un vase et le pied du côté opposé dans l'autre vase. Il suffit de raccorder les deux vases conducteurs avec le galvanomètre pour observer un écart de la corde à chaque battement du cœur. La courbe fournie par cet écart est assez compliquée. Einthoven distingue dans l'électrocardiogramme au moins cinq inflexions, qu'il désigne par les lettres P, Q, R, S et T. Le premier sommet P correspond seul à la contraction des oreillettes, tandis que Q, R, S et T représentent le mouvement électrique produit par la systole des ventricules.

Einthoven a constaté que les inflexions de la courbe présentent, d'un sujet à l'autre, des différences individuelles notables, quant à leur forme et leur hauteur. Fait curieux, le tracé qui en résulte a une allure spéciale et personnelle pour chaque sujet examiné. L'électrocardiogramme est quelque chose de presque aussi caractéristique pour chaque individu que sa signature ou ses empreintes digitales : il pourrait, au besoin, servir à identifier la personne qui l'a fourni. Ce n'est pas la première fois que l'on signale l'existence d'une caractéristique individuelle dans un phénomène physiologique. On sait depuis longtemps que les courbes de fatigue, telles que les fournit l'ergographe de Mosso, présentent la même particularité : ici aussi la personnalité du sujet en expérience imprime à la courbe une allure caractéristique.

2. *Enregistrement des bruits du cœur.* — Les physiologistes et les cliniciens s'efforcent, depuis des années, de perfectionner les procédés qui permettent l'étude objective des bruits du cœur par leur enregistrement automatique. J'ai signalé, dans ma revue de l'an dernier, un mode d'utilisation du galvanomètre à corde imaginé par Einthoven pour l'inscription des bruits du cœur.

Marbe¹ a décrit presque en même temps un pro-

¹ *Onderzoek. Leiden* (2 R), t. VI, p. 106.

¹ *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXX, p. 205.

cédé d'enregistrement des bruits du cœur basé sur un principe différent. Une capsule spéciale, présentant quelque analogie avec celle du cardiographe de Marey, est appliquée à la surface extérieure du thorax, du côté gauche du sternum, au niveau du troisième espace intercostal. La capsule est intercalée sur le trajet de la conduite de gaz qui alimente une flamme manométrique de König. A chaque pulsation du cœur, les vibrations de la paroi thoracique correspondant aux bruits du cœur agissent, par l'intermédiaire de la membrane en caoutchouc de la capsule, sur le débit du gaz qui alimente la flamme. Celle-ci exécute donc, à chacun des bruits du cœur, une série d'oscillations ou de vibrations. Marbe obtient l'enregistrement direct des oscillations de la flamme sans avoir besoin de recourir à la photographie. A cet effet, la pointe de la flamme est légèrement écrasée contre une bande de papier mise en mouvement par l'appareil enregistreur. Le noir de la flamme qui se dépose laisse sur la bande une trace rectiligne et uniforme, tant que la flamme reste immobile. Dès que la flamme vibre, ses vibrations s'inscrivent pareillement sous forme de trace ondulée, dont chaque bec ou sommet correspond à une vibration. L'appareil peut servir à enregistrer fidèlement les vibrations d'un diapason, celles de la membrane du téléphone, etc.

O. Weiss et Joachim¹ ont étudié les sons de faible intensité, notamment les bruits du cœur, en transmettant leurs vibrations à une lame mince constituée par de l'eau de savon. Les excursions de la lamelle savonneuse sont enregistrées par la photographie. O. Weiss a donné le nom de *phonoscope* à un appareil basé sur ce principe.

Les bruits du cœur ne correspondent pas à des vibrations rigoureusement isochrones. Le nombre de vibrations varie de 66 à 166 à la seconde. L'intervalle qui sépare le début de deux bruits correspond à 0^m285. Le début de la pulsation carotidienne retarde de 0^m067 à 0^m077 sur le premier bruit. La position des deux bruits ne serait pas constante par rapport aux inflexions du cardiogramme.

H. Gerhartz vient de décrire également² un procédé d'enregistrement photographique des vibrations d'une membrane élastique actionnée par les bruits du cœur.

3. *Nature de la pulsation cardiaque.* — Stassen, Schmidt-Nielsen, etc., ont montré dans mon laboratoire que, si l'on provoque chez le chien une pulsation supplémentaire, ou extrasystole, par excitation directe du cœur pendant l'arrêt dû à l'excita-

tion du pneumogastrique, la pulsation débute à l'endroit excité et se propage de là à la façon d'une onde aux autres parties du cœur. En portant l'excitation artificielle à la pointe d'un ventricule, on obtiendra une pulsation à *rythme renversé*, la systole des oreillettes faisant suite à celle des ventricules au lieu de la précéder. Ces faits ne cadrent pas bien avec la théorie neurogène de la pulsation, qui suppose que la pulsation du cœur est due à l'excitation d'un centre nerveux automoteur et coordinateur du cœur. Dans cette théorie, l'extrasystole, provoquée par excitation de la surface du cœur, doit être assimilée à une espèce de réflexe ayant pour centre les ganglions automoteurs, et pour point de départ l'excitation de nerfs sensibles de la surface du cœur. On ne voit pas pourquoi la contraction réflexe du myocarde débute toujours à l'endroit excité; tandis que, si l'on se place au point de vue myogène, qui assimile la pulsation cardiaque à une onde de contraction, cette localisation du point de départ de la pulsation est toute indiquée.

Stassen et Schmidt-Nielsen étaient arrivés aux résultats précédents en enregistrant les phénomènes mécaniques dont les deux étages du cœur sont le siège au cours de la pulsation provoquée. Ces conclusions ont été confirmées par les études de Nicolai et de Rehfish. Ces expérimentateurs ont pris l'électrocardiogramme comme indice du sens dans lequel se propage l'excitation dans le cœur. Ils ont constaté que l'électrocardiogramme présente une allure inverse suivant qu'on provoque l'extrasystole par excitation du ventricule droit ou par celle du ventricule gauche. Ici aussi le sens de la propagation de l'excitation dans le myocarde dépend de l'endroit excité, comme le suppose la théorie myogène.

4. *Période réfractaire de la pulsation cardiaque.* — On sait en quoi consiste la période réfractaire ou inexcitabilité périodique du cœur. Une excitation atteignant le cœur pendant la durée d'une contraction, ou systole, reste sans effet, le cœur étant à ce moment inexcitable et réfractaire aux stimulants. Carlson³ a cherché à déterminer la part qui revient aux éléments tant nerveux que musculaires dans la production du phénomène de la période réfractaire. Il s'est adressé au cœur de *Limulus*, où les ganglions cardiaques sont anatomiquement séparables des muscles. L'inexcitabilité temporaire pendant la durée d'une pulsation spontanée ou provoquée serait, d'après lui, une propriété appartenant à la fois aux ganglions et aux muscles du cœur de *Limulus*. Le dernier point, surtout, paraît

¹ Arch. f. d. ges. Physiol., t. CXXIII.

² Zeits. f. exp. Path. u. Ther., t. V, p. 103.

³ Amer. Journ. of Physiol., t. XVIII, p. 71.