

## DIX-NEUVIÈME LEÇON

### Circulation dans les vaisseaux (Suite). Pression sanguine.

Le sang exerce dans les vaisseaux une certaine pression qui est mise en évidence quand ils sont blessés, car il s'en échappe alors en un jet plus ou moins énergique.

On mesure cette pression, et on l'enregistre au besoin, avec des *hémodynamomètres*.

HÉMODYNAMOMÈTRES. — Le plus simple de tous est le *kymographion de Ludwig* : c'est un tube en U plein de mercure par une branche duquel on fait arriver le sang. Sur le mercure de l'autre branche est un petit flotteur F portant une tige verticale T guidée par deux fils, par deux poulies ou par un anneau, et qui porte elle-même horizontalement le style inscripteur S (fig. 214

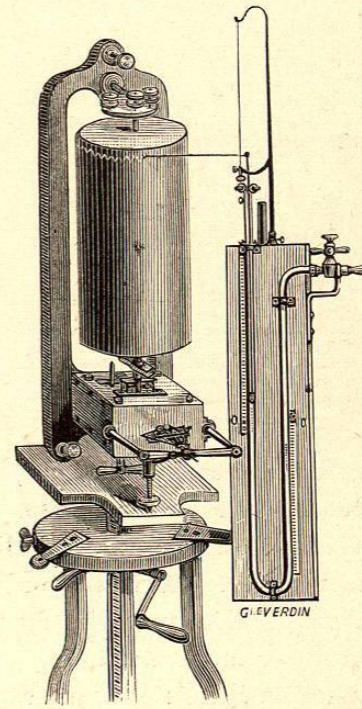


FIG. 214. — Hémodynamomètre.

et 215). Pour enregistrer une pression, il faut prendre un certain nombre de précautions ayant pour but d'éviter la

coagulation du sang, de permettre son arrivée rapide dans le manomètre, etc. Nous décrirons donc minutieusement le manuel opératoire.

Il est préférable de choisir le chien, dont la taille est plus favorable à cause du calibre des vaisseaux, qui sont plus gros. On met à nu soit l'artère carotide, soit l'artère fémorale.

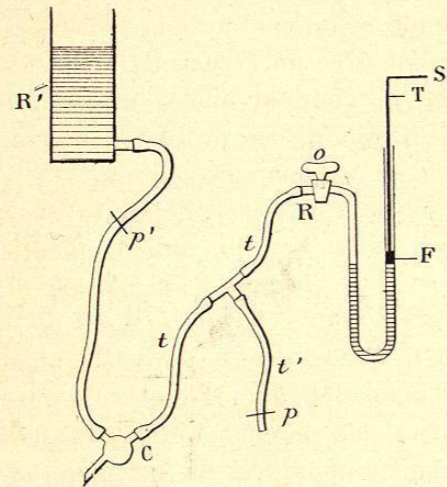


FIG. 215. — Schéma du dispositif pour prendre une pression sanguine : R réservoir plein de solution anticoagulante, C canule, *t* tube conduisant au manomètre, R robinet présentant en *o* un petit orifice qu'on peut boucher, *t'* tube pour le nettoyage, *pp'* pinces de pression, F flotteur, T tige, S plume inscrivante sur le cylindre.

avec une sonde cannelée dans l'espace séparant le muscle cuturier des muscles adducteurs (voir fig. 241); au fond se trouvent l'artère, la veine et le nerf. L'artère est dénudée sur une certaine longueur et l'on passe au-dessous, à l'aide d'un porte-fil, trois ligatures. La ligature médiane servira à fixer la canule sur l'artère. Celle du bout périphérique est liée immédiatement et celle du bout central sert à arrêter momentanément le cours du sang en tirant sur ses deux chefs : on peut avantageusement remplacer cette dernière par une petite pince. La canule *c* est faite en T (fig. 216) : une des branches du T, taillée en biseau et à bout olivaire, est destinée à entrer dans l'artère. La branche qui

lui fait suite est reliée au manomètre, muni en ce point d'un robinet R, par un tube de caoutchouc *t*, bien ligaturé, sur lequel est branché un autre tube de caoutchouc *t'* fermé momentanément par une pince *p* et pouvant servir de tube d'écoulement. La troisième branche, perpendiculaire aux deux autres et continuée aussi par un tube de caoutchouc, que l'on peut fermer avec une pince *p'*, servira au lavage de la canule, si un caillot vient l'obstruer. Elle est en communication avec un réservoir R, élevé à une certaine hauteur, et qui contient une solution anticoagulante composée de 45 pour 1000 de bicarbonate de sodium et de 60 pour 1000 de carbonate de sodium.

On commence par remplir tout l'appareil, depuis le réservoir jusqu'au manomètre, par la solution anticoagulante. Pour cela, on lâche la pince *p'* du caoutchouc partant du réservoir : l'air s'échappe partiellement par le bout de la canule, au travers d'un petit orifice *o* percé dans le robinet situé à l'entrée du tube manométrique, lequel peut être fermé ultérieurement par un petit bouchon, et aussi par le tube d'écoulement *t'*. Quand tout le système est plein, on pince le caoutchouc allant du réservoir à la canule, tout à côté de cette dernière, et aussi celui du tube d'écoulement. On a souvent, à ce moment, une pression dans le manomètre; celle-ci est ramenée au zéro en débouchant la petite ouverture *o* percée dans le robinet. L'orifice étant rebouché, tout est alors prêt pour l'expérience. Inutile d'ajouter que le cylindre enregistreur, muni de son papier noirci, a été placé verticalement, de telle sorte que le style commandé par le flotteur vienne inscrire sur sa surface.

La pince située sur le bout central de l'artère étant serrée, on incise cette dernière en bec de flûte avec de fins ciseaux et l'on introduit la canule, le bout tourné du côté du cœur. Cette canule liée, on met le cylindre en mouvement, puis on lâche la pince : le sang se précipite

dans tout l'appareil et fait monter le mercure du manomètre. S'il arrivait qu'au cours de l'expérience un caillot se produisît, on fermerait le robinet du manomètre, puis on lâcherait la pince du tube sortant du réservoir, ainsi que celle du tube d'écoulement : il s'établirait ainsi dans la canule un courant qui entrainerait le caillot.

Pendant tout le temps que dure l'expérience, le mercure danse dans le manomètre et la plume exécute une série d'oscillations, signe de variations dans la pression sanguine.

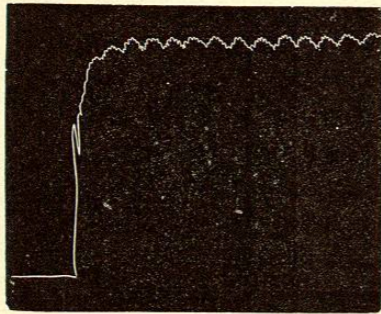


FIG. 216. — Tracé de la pression sanguine chez la marmotte éveillée.

En examinant le graphique, on voit d'abord une ligne montant rapidement (fig. 216) : c'est le moment où le sang s'est précipité dans l'appareil ; puis, au lieu d'un plateau, une série de grandes oscillations sur lesquelles viennent se greffer d'autres oscillations plus petites. Si, en même temps que la pression sanguine, on enregistre aussi la respiration et les mouvements du cœur, il est facile de constater que les grandes oscillations correspondent aux mouvements respiratoires et les petites aux mouvements cardiaques. A chaque systole, la pression monte légèrement pour baisser à chaque diastole. En général, la pression baisse à chaque inspiration et monte à chaque expiration ; cependant pour le chien c'est l'inverse. Cela tient à ce que, chez cet animal, le cœur présente des accélérations à chaque inspiration et des ralentissements à chaque expiration (fig. 217).

Il faut noter que, avec le kymographion, la pression est non seulement enregistrée, mais encore mesurée.

Elle est inscrite, en effet, en demi-grandeur, le mercure montant dans la branche portant le flotteur de la même hauteur qu'il descend dans l'autre.

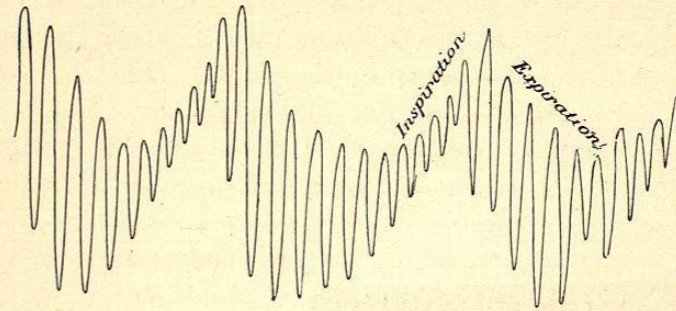


FIG. 217. — Tracé de la pression sanguine chez le chien.

Signalons, à côté du kymographion, le manomètre métallique de Marey (fig. 218). Le sang arrivant de l'ar-

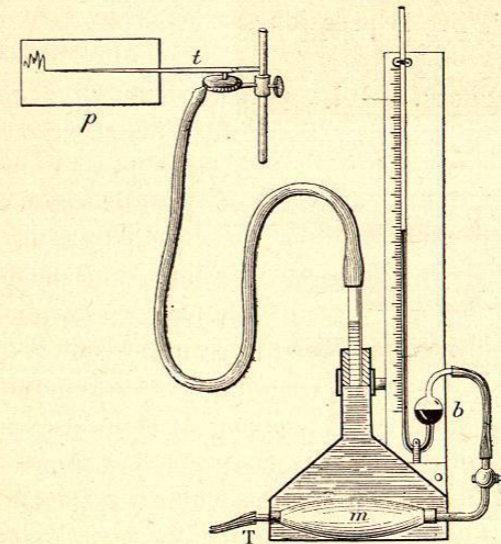


FIG. 218. — Manomètre métallique de Marey : T tube en relation avec le vaisseau, m boîte métallique à paroi mince, b manomètre à mercure permettant de lire la pression en vraie grandeur, t tambour, p plaque enfumée.

rière se partage entre un manomètre à mercure où l'on peut lire la pression et une boîte métallique à parois

minces; les variations de volume de celle-ci se traduisent par l'intermédiaire d'une chambre à air en relation avec un tambour, au moyen des mouvements de son levier. Inutile de dire que le graphique obtenu avec cet instrument n'a aucune relation simple de grandeur avec la valeur de la pression en centimètres de mercure; il ne la mesure donc pas comme le kymographion, mais on peut la déduire de la lecture de l'échelle du manomètre.

MESURE CLINIQUE DE LA PRESSION. — Cliniquement, la pression peut être mesurée sans ouvrir l'artère. On place sur cette artère un réservoir à mercure sur lequel est exercée une pression lue sur un manomètre en relation avec le réservoir. On tâte, d'autre part, le pouls: quand il n'est plus sensible, c'est que la pression sur l'artère contrebalance celle du sang; on n'a plus à ce moment qu'à lire la pression sur le manomètre.

SPHYGMOSCOPIES. — La pression sanguine peut être enregistrée directement à l'aide d'instruments appelés *sphygmoscopes* (fig. 219).

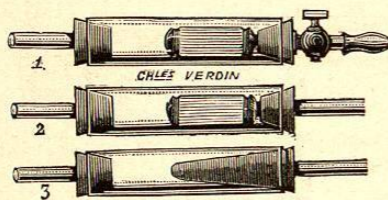


FIG. 219. — Sphygmoscopes.

Ce sont de petits doigts de gant en caoutchouc mince dans lesquels arrive un tube que l'on introduit comme une canule dans l'artère. Le doigt de gant est enfermé dans un cylindre rigide bouché, à l'une de ses extrémités, par la surface du caoutchouc lui-même et, à l'autre, par un bouchon muni d'une tubulure étroite conjugée avec un tambour enregistreur. Quand le sang pénètre dans le doigt de gant, il le gonfle; la pression augmente dans le tube rigide, et cette augmentation de pression est transmise au tambour.

Toutes les variations de volume du doigt de gant, sous l'influence des variations de la pression sanguine, peuvent donc être enregistrées de cette manière.

*Circulation artérielle.* — La circulation dans une artère est due, en grande partie, à la différence de pression régnant entre le sang à l'entrée de l'arbre artériel et celui des dernières ramifications de cette artère. Cette différence de pression a pour cause l'injection répétée à chaque systole d'une nouvelle masse de sang; aussi, dans les grosses artères, le cours du sang est-il saccadé

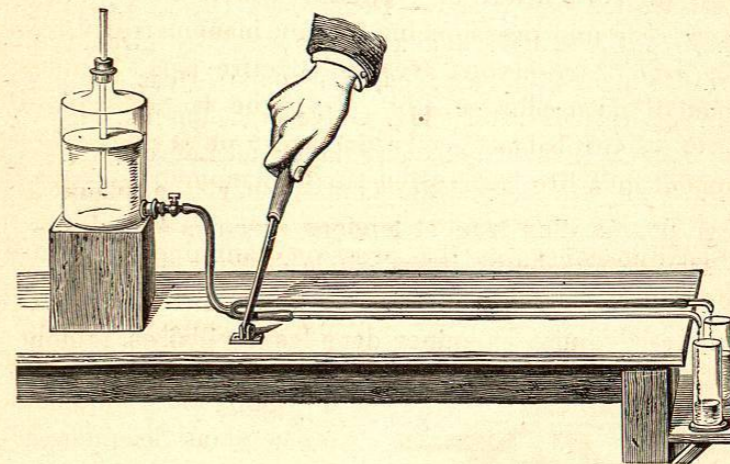


FIG. 220. — Appareil pour montrer que la régularisation du cours du sang est due à l'élasticité des artères.

comme la variation de pression elle-même et, quand on les blesse, le sang en sort-il par jets successifs. En blessant au contraire une artériole, le sang sort d'un mouvement uniforme. Cette régularisation du cours du sang est due à l'élasticité des parois artérielles, comme le prouve l'expérience suivante.

Prenons un flacon à tubulure inférieure (fig. 220) et branchons sur celle-ci un tube en Y: faisons suivre les deux branches de l'Y, l'une d'un long tube en caout-

chouc, l'autre seulement d'un petit raccord de caoutchouc continué par un tube rigide. Comprimons par saccades rythmiques, à l'aide d'une règle par exemple, l'origine des deux tubes : nous verrons le liquide du flacon s'écouler par saccades du tube de verre et d'un mouvement uniforme du tube de caoutchouc.

Une autre cause de la circulation dans les artères est la contractilité de leurs parois qui peuvent, en se resserrant, rétrécir le calibre du tube, comme nous le verrons plus tard en étudiant les effets vasomoteurs.

**Circulation capillaire.** — Dans les petits vaisseaux qui réunissent les artères aux veines, le sang circule uniformément et sans saccades, sauf dans le cas de paralysie des parois artérielles. Grâce à sa lenteur, on peut observer facilement cette circulation au microscope.

Prenons une grenouille, fixons-la sur une plaque de liège percée d'un trou et tendons avec des épingles, sur ce trou, la membrane interdigitale de l'une des pattes de derrière : avec un grossissement assez faible, nous verrons les globules cheminer dans les capillaires, toujours dans le même sens, avec une grande régularité.

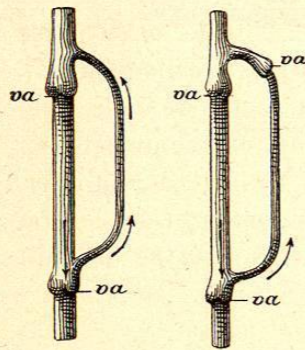


FIG. 221 et 222. — Valvules des veines.

**Circulation veineuse.** — La circulation dans les veines est due à la poussée du sang chassé par derrière par celui qui est injecté à chaque systole du ventricule; elle est favorisée par les mouvements musculaires qui, en aplatisant les parois de la veine, forcent le sang à cheminer; le reflux est impossible à cause des valvules dont la concavité est tournée du côté du cœur (fig. 221 et 222). Le cours du sang,

moins lent que dans les capillaires, est pourtant bien moins rapide que dans les artères; et, quand on ouvre une veine, le sang coule lentement et uniformément. Quelquefois, cependant, dans la paralysie des vasomoteurs par exemple, le sang y coule par saccades et l'on a un véritable *pouls veineux* que l'on peut enregistrer comme le pouls artériel.

Chez le chien, ce pouls veineux est physiologique et très apparent dans la jugulaire. La veine s'aplatit à chaque inspiration, pour se gonfler à chaque expiration; elle présente, de plus, une série de bondissements synchrones de ceux du cœur. On enregistre aisément ce phénomène à l'aide du petit explorateur ci-contre (fig. 223).

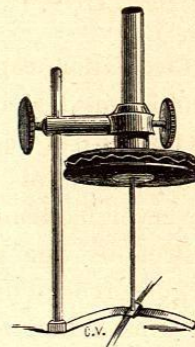


FIG. 223. — Explorateur veineux.

Pour mettre à nu la jugulaire, il n'y a qu'à inciser la peau et le peaucier qui la recouvrent seuls. On fait l'incision suivant une ligne partant de l'angle de la mâchoire et se dirigeant vers le milieu de l'espace séparant le sternum de l'articulation de l'épaule. Le vaisseau est isolé à l'aide d'une sonde cannelée, et on passe sous lui un fil permettant de le retrouver facilement.

Quand une veine est liée, il est facile de voir que, dans ce vaisseau, le cours du sang est centripète au lieu d'être centrifuge, comme dans les artères; en effet, c'est le bout périphérique qui se gonfle et le central qui se vide. On sait que c'est l'inverse qui se produit pour une artère.

**PLÉTHYSMOGRAPHES.** — Les variations de la circulation dans un organe peuvent s'enregistrer à l'aide d'instruments appelés *pléthysmographes*. Celui de Franck, pour la main et le bras, est un manchon de verre plein d'eau

et fermé supérieurement par une membrane de caoutchouc munie d'une fente par laquelle on enfonce la main, et d'une tubulure qu'on peut conjuguer à un tambour enregistreur (fig. 224). Dans le graphique donné par cet instrument, on a d'abord tous les mouvements du pouls, ensuite les mouvements respiratoires, enfin, de temps en temps, de grandes oscillations ne se montrant pas ici (fig. 225), et qui sont dues à des effets vasomoteurs, c'est-à-dire à des afflux et à des retraits de sang, suivant l'état de contraction ou de relâchement des artérioles, qui laissent passer plus ou moins de liquide.

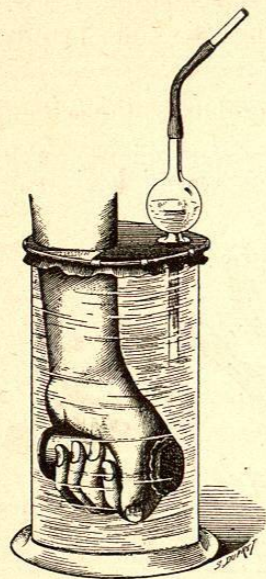


FIG. 224. — Pléthysmographe de François Franck.

Ajoutons que les mouvements de la circulation retentissent plus ou moins sur diverses parties du corps et même sur le corps tout entier.

Vous savez que, si l'on croise une jambe sur l'autre, le bout du pied est agité de mouvements synchrones

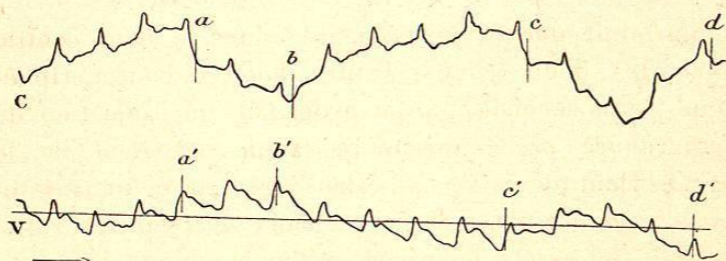


FIG. 225. — V tracé pléthysmographique (main), C tracé cardiaque.

avec les battements du cœur; de même, si l'on se place sur le plateau d'une balance très sensible, ce plateau oscille à chaque mouvement cardiaque.

**Vitesse totale de la circulation.** — Il est possible de mesurer le temps que met le sang à parcourir l'ensemble de la grande et de la petite circulation, à revenir, par conséquent, à son point de départ. Voici le procédé employé.

Ayant mis à nu les deux veines jugulaires d'un chien,

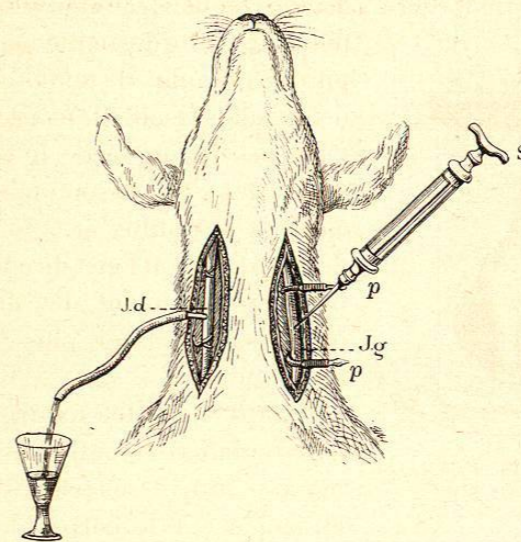


FIG. 226. — Dispositif expérimental pour la mesure de la vitesse totale de la circulation : Jg jugulaire gauche où l'on injecte avec la seringue S du ferrocyanure de potassium, Jd jugulaire droite dont on recueille le sang dans un verre contenant une solution de perchlorure de fer, pp pinces.

on introduit une première canule dans le bout central d'une des deux veines, l'autre dans le bout périphérique de la seconde. Après avoir fait une injection de ferrocyanure par la première canule, on recueille le sang sortant de la seconde dans un vase contenant du perchlorure de fer (fig. 226). Quand du bleu de Prusse apparaît, on arrête l'expérience. On a compté le temps qui s'est écoulé depuis le moment de l'injection jusqu'à l'apparition du précipité. Ce temps, qui est de 25 à 30 secondes chez le chien, mesure la vitesse totale de la circulation.

Quel a été, en effet, le chemin parcouru par le ferrocyanure injecté dans la première veine pour ressortir par l'autre? Il est arrivé par la veine cave supérieure dans l'oreillette droite, a passé dans le ventricule droit, les vaisseaux pulmonaires, l'oreillette gauche, le ventricule gauche, les artères de la grande circulation, les capillaires, et enfin est revenu par une veine cave à l'oreillette droite. Le temps compté mesure donc bien la vitesse totale de la circulation. Cette vitesse, si grande, permet de se rendre compte de la rapidité de l'effet des substances introduites dans l'organisme par la voie intraveineuse.

## VINGTIÈME LEÇON

### Action du système nerveux sur la circulation.

Le système nerveux joue un rôle très important dans la circulation du sang à l'intérieur des vaisseaux et du cœur. Ce dernier est innervé à la fois par le système nerveux cérébro-spinal et par des ganglions intracardiaques, chargés d'assurer l'automatisme de son rythme.

Pour le moment, nous examinerons seulement les nerfs qui sont susceptibles de modifier ce rythme, de l'accélérer, de le ralentir ou l'arrêter, soit par voie directe, soit par voie réflexe; en d'autres termes, nous étudierons l'action des *nerfs moteurs* et des *nerfs sensitifs du cœur*.

Les premiers sont, d'une part, le pneumogastrique, et, d'autre part, les filets sympathiques cardiaques émanés des ganglions cervicaux et premier thoracique.

Les seconds sont d'abord le nerf de Cyon ou nerf dépresseur, souvent soudé avec le pneumogastrique, ensuite quelques filets centripètes toujours contenus dans ce dernier.

PNEUMOGASTRIQUE. — *L'action du nerf pneumogastrique sur les mouvements du cœur* est très nettement marquée et fort singulière.

Si nous enfonçons une aiguille dans la région précordiale, elle est mise immédiatement en mouvement par les battements du cœur; or, quand ensuite nous excitons le nerf pneumogastrique, préalablement mis à nu, nous