

extrémité terminée par une pointe écrivante, le levier oscillera et on pourra lui faire inscrire la courbe du mouvement (fig. 36).

On comprend par là qu'il est possible de transmettre un mouvement loin de son lieu de production afin de l'enregistrer plus facilement. Pour apprécier la durée d'un mouvement qui s'inscrit, on enregistre aussi le temps, soit avec un

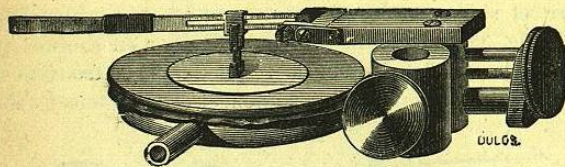


Fig. 37.

Tambour à levier inscripteur de MAREY.

métronomie, soit, pour les fractions de seconde, avec un diapason.

Nous divisons l'étude du mécanisme de la circulation en trois paragraphes : dans le premier, seront exposées quelques données d'ordre général indispensables à connaître avant d'aborder aucun détail ; le second traitera de la circulation dans le cœur, et le troisième de la circulation dans les vaisseaux.

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le sang circule dans un système de vaisseaux absolument clos, et le cœur n'est en somme qu'un segment de l'arbre vasculaire renflé et spécialisé pour imprimer le mouvement à la masse sanguine. Comment est répartie cette masse sanguine dans l'arbre vasculaire et à quelles lois d'hydraulique se trouve soumis son mouvement ?

1° Répartition du sang dans les vaisseaux. — La capacité totale du système circulatoire est, comme il a été dit, d'environ 5 à 6 litres chez l'homme adulte du poids moyen de 65 kilo-

grammes. Cette quantité de sang est inégalement répartie dans les artères et dans les veines ; le système artériel a une capacité moins grande que celle du système veineux ; le rapport est de

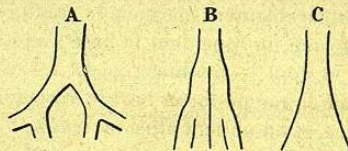


Fig. 38.

Schéma de la division d'un vaisseau et de la formation d'un cône vasculaire (d'après Küss et DUVAL).

1 à 2 environ. Les notions anatomiques suffisent pour expliquer cette différence : ne sait-on pas que les veines surpassent les artères et par leur nombre et par leur calibre ?

Si l'on compare maintenant la quantité de sang de la petite circulation à celle de la grande, on voit, d'après les expériences de JOLYET et TAUZIAC, que le rapport est de 2 à 11 ; c'est-à-dire que si l'on compte cinq litres et demi de sang en circulation, il y en aura un litre dans la petite circulation et quatre litres et demi dans la grande. Pour la petite comme pour la grande circulation, les quantités de sang contenues dans les portions successives de l'arbre artériel ou veineux augmentent avec la distance qui sépare du cœur la portion considérée, et, à ce point de vue, on peut exprimer schématiquement la répartition du sang dans les vaisseaux par un cône

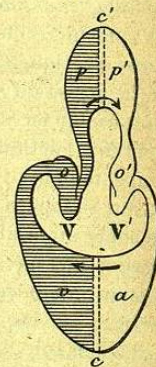


Fig. 39.

Schéma des cônes à base capillaire.

dont le sommet serait au cœur et la base au niveau des capillaires. En effet, la somme des calibres des branches de division d'un vaisseau étant supérieure au calibre de ce vaisseau, il en résulte que l'arbre vasculaire présente une capacité de plus

en plus grande, au fur et à mesure qu'il se ramifie. D'après DONDERS, le calibre de tous les capillaires est à celui de l'aorte comme 500 est à 1. L'arbre artériel peut donc être comparé à un cône correspondant par son sommet au ventricule gauche et par sa base considérablement élargie aux capillaires. De même, l'arbre veineux forme un cône dont la base s'adosse à la base du cône précédent, et dont le sommet répond à l'oreillette droite. On peut figurer de la même façon l'arbre vasculaire de la circulation pulmonaire, et on obtient ainsi un *schème des cônes à bases capillaires* qui exprime l'augmentation de calibre et de surface des vaisseaux résultant de leur division (fig. 38 et 39).

2^o Lois du mouvement du sang. — Le mouvement du sang dans les vaisseaux est soumis aux lois de l'hydrodynamique. Supposons le cœur arrêté ; le sang se répartira dans tout l'appareil vasculaire, comme dans un système de tubes communiquants, sous une pression uniforme. Cette pression, qui est de 1 centimètre de mercure environ, provient de la réaction des parois élastiques des vaisseaux sur leur contenu ; c'est-à-dire que la masse du sang ne trouve à se loger dans le système circulatoire qu'en distendant les vaisseaux. Faisons maintenant intervenir l'action du cœur que l'on peut comparer à celle d'une pompe foulante ; l'équilibre hydrostatique sera rompu, et un courant s'établira en raison de ce principe d'hydrodynamique que toute molécule liquide qui éprouve sur une de ses faces une pression plus forte que sur l'autre, se déplace dans le sens de la pression moindre. Le sang lancé dans les gros vaisseaux artériels va les distendre et s'y accumuler, jusqu'à ce que sa tension soit devenue suffisante pour vaincre la résistance que les capillaires opposent à son passage et pour assurer un écoulement à débit régulier à travers ces capillaires. La résistance que les capillaires opposent à cet écoulement est très grande, en raison de la petitesse de leur calibre et de leur nombre considérable, ce qui augmente d'autant les frottements du sang contre les parois. Aussi, de même qu'un barrage situé sur le trajet d'un cours d'eau produit une augmentation de tension du liquide en amont et une diminution au contraire en aval, de

même pour l'appareil circulatoire l'obstacle des capillaires produit une forte pression en amont, c'est-à-dire dans les artères, et une pression faible en aval, c'est-à-dire dans les veines. Comme c'est au cœur que revient la charge de vaincre la résistance des capillaires, on comprend que sa musculature se développe en raison de la force à déployer ; voilà pourquoi le cœur gauche est bien plus musclé que le cœur droit ; car la résistance des capillaires généraux est évidemment bien plus grande que celle des capillaires pulmonaires.

Ces conditions d'écoulement se trouvent réalisées dans la

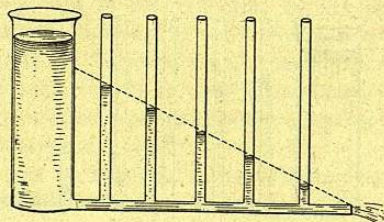


Fig. 40.

Écoulement d'un liquide dans un tube régulièrement calibré.

simple expérience de physique suivante (Exp. de BERNOULLI). Soit un vase rempli d'eau, communiquant dans sa partie inférieure avec un tube horizontal, sur lequel se trouvent branchés une série de tubes verticaux ou *piézomètres* (fig. 40). Supposons bouché l'orifice du tube horizontal d'écoulement : l'eau va s'élever au même niveau dans le vase et tous les piézomètres (principe des vases communiquants). Ouvrons maintenant l'orifice d'écoulement : aussitôt les conditions de pression sont changées, et on voit les niveaux des piézomètres s'échelonner suivant une pente régulière. Cette décroissance de pression est due au mouvement du liquide et au frottement des molécules sur les parois du tube d'écoulement. Ce dernier étant également calibré, le frottement s'exerce également en chacun de ses points : aussi chacun des piézomètres accuse-t-il une pression d'autant plus

basse qu'il est plus éloigné de l'orifice d'entrée du liquide. Mais à présent remplaçons ce tube d'écoulement par un autre présentant un rétrécissement sur une partie de sa longueur (fig. 41) : la décroissance des niveaux va cesser d'être régulière, et nous voyons la pression s'élever en amont de l'obstacle et baisser en aval.

Telles sont les considérations générales qui sont relatives à la pression du sang dans les vaisseaux. Voyons encore celles qui ont trait au débit et à la vitesse. Lorsqu'un régime régulier d'écoulement est établi, il faut de toute nécessité que la même

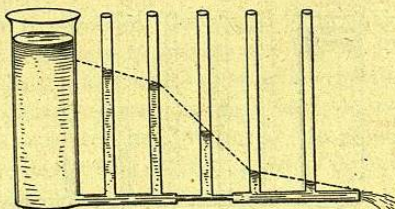


Fig. 41.

Écoulement d'un liquide dans un tube inégalement calibré.

quantité de sang passe au même instant par chaque section théorique du système circulatoire. Si, par exemple, le ventricule gauche lance dans l'aorte 100 grammes de sang, le ventricule droit devra en envoyer la même quantité dans l'artère pulmonaire ; en même temps, et avant qu'une autre systole se soit effectuée, 100 grammes de sang traverseront les capillaires généraux, et 100 grammes les capillaires du poumon. Il doit forcément en être ainsi, sans quoi tout l'équilibre circulatoire serait rompu, et des stases sanguines se produiraient en différents points du système vasculaire. Or, puisque chaque section de l'arbre vasculaire laisse passer au même moment la même quantité de sang, il est clair que la vitesse imprimée aux molécules liquides dans les différents segments du système circulatoire sera très différente : rapide dans les parties étroites du cône vas-

laire, lente au contraire dans ses parties larges, de même que le courant d'un fleuve est rapide quand son lit se rétrécit et plus lent lorsqu'il s'élargit. Le sang aura donc son maximum de vitesse dans l'aorte, et cette vitesse ira ensuite en diminuant jusqu'aux capillaires où elle sera minima, pour augmenter ensuite progressivement dans les veines, jusqu'à un maximum qu'elle atteindra dans les veines caves ; ce maximum sera néanmoins toujours inférieur à celui de l'aorte, en raison de la capacité plus grande du système veineux. De plus, comme les capillaires du poumon ont une capacité bien inférieure à celle des capillaires généraux, et que néanmoins ils laissent passer la même quantité de sang dans le même temps, la circulation pulmonaire doit être bien plus rapide que la circulation générale. La quantité de sang de la petite circulation étant à celle de la grande dans le rapport de 2 à 11, on peut en déduire que le renouvellement du sang dans le poumon se fait cinq fois plus vite que dans les autres organes.

Dans le système de tubes de la figure 40 la vitesse d'écoulement est régulière et l'inclinaison de la pente est d'autant plus grande que l'écoulement est plus rapide. Mais dans le système 41, où le tube d'écoulement présente un étranglement, nous constatons que la pente est plus faible que précédemment parce que le débit est devenu moindre et que, en conséquence, les parties larges du tube laissent circuler le liquide avec moins de vitesse. Or, les résistances de frottement croissant et décroissant avec la vitesse du courant, il est clair que la série des piézomètres doit accuser une moindre décroissance de pression que dans le système précédent, et, de plus, cette décroissance de pression doit être pareillement affaiblie en amont et en aval de l'obstacle, puisque toutes les parties de la colonne d'eau sont solidaires les unes les autres.

§ 2. — CIRCULATION DANS LE CŒUR

Le cœur, muscle creux, est composé chez les mammifères et les oiseaux de quatre cavités, les deux oreillettes et les deux ventricules. Les oreillettes ne communiquent pas entre elles, excepté