

dans de telles atmosphères. Avec des doses de 30 p. 100, aux phénomènes d'excitation succèdent rapidement des phénomènes de narcose; mais la mort n'arrive qu'au bout de plusieurs heures.

Si l'on fait respirer de l'acide carbonique pur à un animal, on observera les effets cumulés de l'asphyxie et de l'empoisonnement par  $\text{CO}^2$ ; l'animal meurt plus vite que dans l'asphyxie simple.

J'ai constaté que, pendant l'empoisonnement par de fortes doses de  $\text{CO}^2$ , l'excitation du bout central du pneumogastrique provoque constamment des réflexes d'expiration chez le lapin. L'empoisonnement par le chloral présente la même particularité (*Arch. de Biol.*, v, 573, et *Travaux du laboratoire*, 1, Liège, 1886, 1).

CL. BERNARD avait admis que l'acide carbonique n'est pas un poison proprement dit, mais qu'il empêche l'absorption d'oxygène par la surface pulmonaire. Dans cet ordre d'idées, l'empoisonnement par  $\text{CO}^2$  ne serait qu'une variété d'asphyxie (*Leçons sur les effets des substances toxiques*, Paris, 1857, 141). Aujourd'hui on distingue soigneusement l'asphyxie de l'empoisonnement par  $\text{CO}^2$ .

Pour l'acide carbonique du sang, de la lymphe et des tissus, voir les articles **Sang**, **Lympe**, **Respiration**.

**Action locale de  $\text{CO}^2$ .** — L'acide carbonique a une saveur aigrelette agréable : il irrite assez fortement la conjonctive oculaire et les différentes muqueuses. BROWN-SÉQUARD admet qu'un jet d'acide carbonique gazeux projeté sur la muqueuse du larynx peut produire l'anesthésie locale, et même une inhibition générale de la sensibilité.

Il paraît bien établi que son contact avec la muqueuse respiratoire provoque par voie réflexe (excitation des filets centripètes du vague) une inhibition de la respiration. Si l'on plonge la main dans un récipient rempli de gaz carbonique, on éprouve une sensation de chaleur à la peau. D'ARSONVAL a vanté l'action antiseptique de l'acide carbonique comprimé à 50 atmosphères sur les extraits glycélinés des tissus animaux (*B. B.*, 1893, 914). Voir aussi STEINMETZ (*Centralb. f. Bakter. u. Paras.*, xv, 48, 677, 1893).

On sait que l'acide carbonique du sang agit comme un excitant puissant sur les cellules nerveuses des centres respiratoires, vaso-moteurs, cardio-inhibiteurs, etc., et active les mouvements de l'intestin. A dose plus forte,  $\text{CO}^2$  produit la paralysie et la mort. D'après GRUENHAGEN,  $\text{CO}^2$  agissant localement sur un nerf sciatique de grenouille y supprimerait l'excitabilité, mais laisserait intacte la conductibilité nerveuse. Les plantes n'échappent pas à cette action néfaste de  $\text{CO}^2$  : toute germination s'arrête dès que la tension de  $\text{CO}^2$  atteint une certaine limite.

Seuls, certains organismes inférieurs, notamment la levure de bière, paraissent entièrement réfractaires à l'action toxique de  $\text{CO}^2$  et supportent une tension de  $\text{CO}^2$  de plusieurs atmosphères.

On admet en général que  $\text{CO}^2$  exerce une action nuisible sur le phénomène de la coagulation du sang (WRIGHT. *Proc. Roy. Soc.*, LV, 333, 279). EBSTEIN et SCHULZE (*A. A. P.*, CXLIV, 475, 1893), SCHIERBECK (*Skandin. Arch.* 1891, C. P., VIII, 210, 1894) ont étudié l'action de  $\text{CO}^2$  sur les ferments diastasiques. Ils ont constaté que le pouvoir saccharifiant de la diastase était augmenté par  $\text{CO}^2$  en solution alcaline (EBSTEIN, SCHULZE), ou neutre (SCHIERBECK); diminué au contraire en solution acide.

LÉON FREDERICQ.

**CARDIOGRAPHE** (de *καρδία*, cœur et *γράφω*, j'écris). — Appareil destiné à étudier les pulsations cardiaques par la méthode graphique.

On tend aujourd'hui à restreindre la dénomination de cardiographes aux appareils qui servent à recueillir le tracé du choc du cœur à l'extérieur de la poitrine. En Allemagne et en Angleterre, *cardiogramme* est, pour un grand nombre d'auteurs, synonyme de *tracé du choc du cœur* (Voir M. VON FREY. *Einige Bemerkungen über den Herzstoss*. *Münch. med. Wochens.*, 1893, 865).

Comme l'interprétation du *cardiogramme* est intimement liée à l'étude du tracé de la pression intraventriculaire, nous nous occuperons également dans cet article des appareils qui servent à enregistrer les variations de pression à l'intérieur des cavités du cœur (*cardiographes manométriques*).

Nous renvoyons à l'article **Cœur** pour les autres procédés d'enregistrement de la

## CARDIOGRAPHE.

pulsation cardiaque. (*Cardiomyographie, Cardiopléthysmographie, Pulsation cardio-œsophagienne, Pulsation cardio-pneumatique, etc.*)

**A. Cardiographes manométriques.** — CHAUVEAU et MAREY inaugurèrent en 1861 (*Gazette médicale de Paris*, 1861, 320, *Appareils et expériences cardiographiques. Mém. Acad. de méd.*, Paris, 1863, xxvi, 268 à 319. Voir aussi MAREY, *Physiol. méd. circ. du sang*, 1863; *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1861, 276; *Cardiographes in Dict. encycl. des sc. méd.*, 1871) la méthode cardiographique dans leurs célèbres recherches sur le mécanisme des mouvements du cœur.

La figure 12, empruntée à leur mémoire, représente leur cardiographe réduit au sixième de sa grandeur réelle.

Cet appareil est destiné à enregistrer sur le cheval vivant, et sans ouvrir le thorax, les variations de pression du sang à l'intérieur des cavités du cœur, variations de pression qui correspondent aux différentes phases de relâchement et de contraction des oreillettes et des ventricules. Les sondes exploratrices, V, O, c, formées d'ampoules

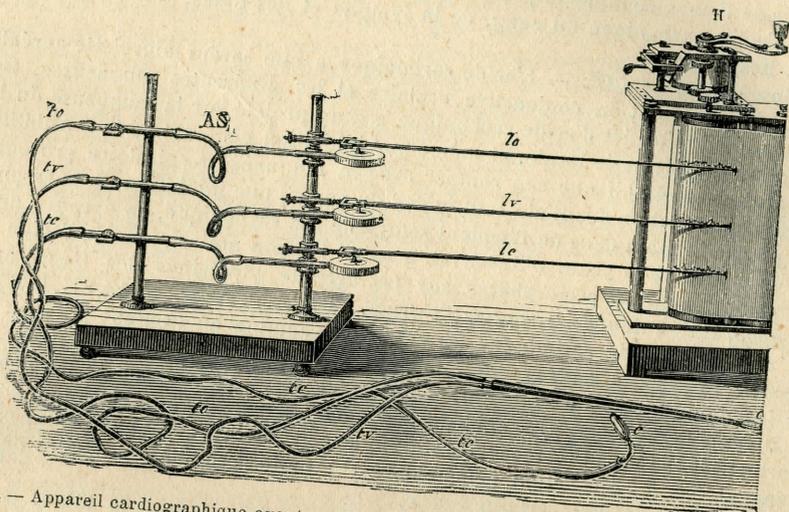


Fig. 12. — Appareil cardiographique ayant servi aux premières expériences de CHAUVEAU et MAREY.

élastiques, compressibles, remplies d'air, sont reliées chacune par un long tube de caoutchouc avec un tambour à levier *lo*, *lv*, *lc*. Deux de ces ampoules V, O, associées en une seule sonde à double courant, sont glissées par une boutonnière de la jugulaire droite dans le cœur droit, jusqu'à ce que l'ampoule V vienne buter contre le fond du ventricule droit. La sonde est ensuite légèrement retirée, de manière que l'ampoule V occupe le milieu du ventricule droit, et l'ampoule O le milieu de l'oreillette droite. La troisième ampoule c peut être introduite dans une carotide et poussée jusque dans le ventricule gauche. On cherche à franchir l'orifice aortique, au moment de l'ouverture des sigmoïdes artérielles. On peut aussi employer cette troisième ampoule à explorer le choc précordial.

L'opération s'exécute facilement sur le cheval, sans qu'il soit nécessaire d'attacher l'animal, ni de l'anesthésier. C'est une véritable expérience de cours (Voir LÉON FREDERICO, *Manipulations de physiologie*, 1892, 154).

Elle a été répétée par CHAUVEAU devant le Congrès de physiologie réuni à Liège en 1892.

La figure 13 reproduit un exemple des tracés obtenus de cette façon.

On y voit que le tracé des deux ventricules est parfaitement synchrone; tous deux montrent une légère augmentation de pression au moment de la systole de l'oreillette; tous deux montent brusquement à une grande hauteur au début de la systole ventriculaire, puis présentent un plateau systolique ondulé (de *m* en *m'*), indiquant que la pression reste élevée dans les ventricules pendant toute la durée de leur systole. En *m'* sur-

vient le relâchement des ventricules; la courbe tombe brusquement, en présentant au bas de sa ligne de descente une petite ondulation  $v'$  (ondulation de clôture des sigmoïdes pour CHAUVEAU et MAREY), à laquelle fait suite une pression négative (vide post-systolique);

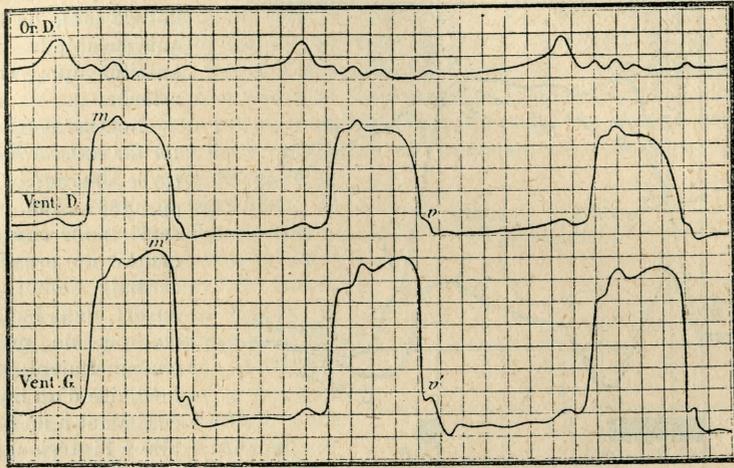


FIG. 13. — Tracés recueillis au moyen des sondes cardiographiques.

Or. D., oreillette droite. — Vent. D., ventricule droit. — Vent. G., ventricule gauche. — Synchronisme parfait des deux ventricules.

puis la courbe remonte lentement pendant la pause jusqu'au début de la pulsation suivante. Les ondulations du plateau systolique sont dues pour MAREY à des ondes nées au sein du liquide sanguin au niveau de l'aorte (ou de l'artère pulmonaire), et se propageant de l'artère vers le ventricule.

Le tracé de l'oreillette montre l'ondulation positive due à la systole de l'oreillette, puis une série d'ondulations correspondant à celles du plateau systolique du ventricule.

FICK (*Eine Verbesserung des Blutwellenzeichners*. A. g. P., xxx, 397) a décrit en 1883 un manomètre inscripteur qui n'est au fond qu'un tambour à levier de petit modèle, relié directement par un tube étroit rempli d'air avec la canule dont l'extrémité ouverte plonge dans le sang. Il a reproduit un graphique de pression recueilli au moyen de cet appareil dans le ventricule gauche du chien. Ce graphique rappelle ceux de CHAUVEAU et MAREY.

LÉON FREDERICQ (*Ann. de la Soc. médico-chirurg. Liège*, juillet 1886; *Bull. Acad., Belg.*, 1886; *Arch. de Biol.*, VIII et *Travaux du Lab.*, II; *Arch. de Biol.*, XIV, 1895 et *Travaux du lab.*, V, C. P., II, 14 Avr. 1888, 19 Déc. 1891, 30 Juillet 1892, 258; 22 Avril 1893) a répété chez le chien les expériences de CHAUVEAU et MAREY, en se servant principalement de sphygmoscopes ou de sondes analogues à celles des illustres initiateurs des recherches cardiographiques. Les tracés qu'il a obtenus rappellent en tous points ceux du cheval.

La figure 14 nous montre un tracé de pression du ventricule gauche et un tracé de pression recueilli simultanément dans l'oreillette gauche (chien à poitrine ouverte). La ligne pointillée indique le tracé de pression dans l'aorte.

L'interprétation de l'auteur est au fond la même que celle de CHAUVEAU et MAREY : elle s'en sépare sur les deux points suivants :

LÉON FREDERICQ obtient chez le chien un plateau systolique à trois ondulations. Il a montré que ces trois ondulations se voyaient encore sur les tracés recueillis après ligature ou section des artères et des veines du cœur, et qu'on les retrouvait sur le tracé myocardiographique. Ces ondulations sont pour lui l'indice que la contraction des muscles ventriculaires doit être assimilée, non à une secousse musculaire simple, mais à un court tétanos, résultant de la fusion incomplète de trois secousses <sup>1</sup>.

1. Cette opinion a été combattue par MEYER (*A. de P.*, 1892), LAULANIÉ (*B. B.*, 1892, 17 juin); appuyée par CONTEJEAN (*B. B.*, 1894, 831).

L'auteur admet également que la clôture des sigmoïdes se fait non en  $f'$ , mais en  $f$ ; il se base sur les résultats fournis par l'inscription simultanée de la pression dans

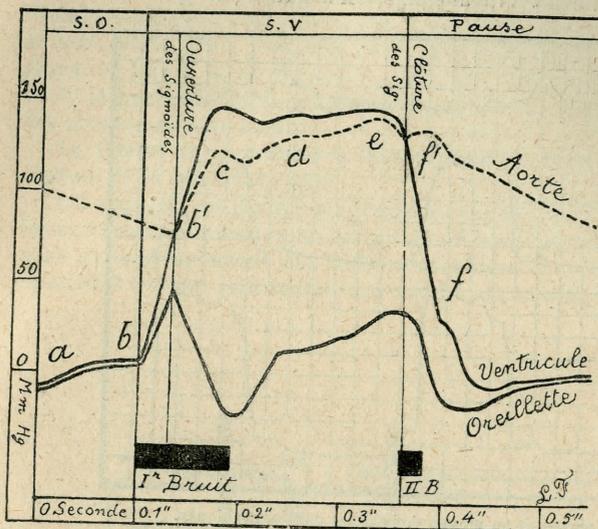


FIG. 14. — Tracés de pression recueillis simultanément dans l'oreillette gauche, dans le ventricule gauche et dans l'aorte chez le chien.

ab, systole de l'oreillette. — cdef', systole du ventricule. — bb' et f', ouverture et clôture des sigmoïdes artérielles. (LÉON FREDERICQ. *Éléments de physiologie*, 3<sup>e</sup> édition, fig. 37.)

Les tracés rappellent plus ou moins ceux de CHAUVEAU et MAREY. ROLLESTON admet, comme FREDERICQ, que la clôture des sigmoïdes correspond à la fin du plateau systolique  $e f'$  et non à l'ondulation  $f$  de la ligne de descente.

MAGINI (*La pression du sang dans les cavités du cœur étudiée au moyen d'un trocart spécial*. A. i. B., VIII, 125, 1887) a décrit un trocart permettant de pénétrer directement dans le cœur du chien à travers la paroi thoracique, sans avoir à ouvrir la poitrine. Ce trocart, relié à un appareil enregistreur, fournit des courbes de pression intraventriculaire. MAGINI n'a pas publié de tracés, sans doute parce que ses tracés étaient semblables à ceux de MAREY et CHAUVEAU.

ROY et ADAMI (*Heartbeat and Pulse-wave: The Practitioner*, Février, Juill. 1890) ont fait chez le chien de nombreuses expériences de cardiographie: inscription de la pression intra-ventriculaire au moyen d'une canule à piston, inscription myographique de la contraction de la paroi de l'oreillette, de celle des muscles papillaires, de celle des fibres longitudinales ou transversales des ventricules. Ils admettent que les différentes catégories des fibres ventriculaires ne se contractent pas en même temps, et ils expliquent de cette façon les ondulations du plateau systolique de la courbe de pression intra-ventriculaire (Voir plus loin un tracé emprunté au travail de ROY et ADAMI).

HÜRTHLE (*Ueber den Zusammenhang zwischen Herzthätigkeit und Pulsform*. A. g. P., XLIX, 51, 1891) s'est servi d'une sonde à double courant, introduite par une carotide jusque dans le ventricule gauche, pour enregistrer simultanément chez le chien les variations de pression à l'intérieur du ventricule gauche et de l'aorte. Les extrémités ouvertes de la sonde plongent dans le ventricule et l'aorte, et transmettent les variations de pression par l'intermédiaire d'une colonne de liquide anticoagulant, à deux petits tambours à levier remplis également de liquide. Les beaux tracés obtenus au moyen de cet appareil rappellent ceux de CHAUVEAU et MAREY et ceux de FREDERICQ. L'auteur ne s'est pas prononcé sur la signification des trois ondulations du plateau systolique, ni sur celle de l'ondulation finale  $f$ .

TOWNSEND PORTER (*Researches on the filling of the heart*. *Journal of Physiology*, XIII,

ROLLESTON (*Observations on the endocardial pressure curve*. *Journal of Physiology*, 1887, 235, VIII) s'est servi, pour enregistrer la courbe de pression endocardiale, d'un appareil ouvert, dans lequel les variations de pression se transmettaient par l'intermédiaire d'un liquide anticoagulant à un piston mobile à l'intérieur d'un tube cylindrique. Les mouvements du piston agissaient sur un levier enregistreur fixé solidement à une lame d'acier dont la torsion contrebalançait l'action de la pression.

313, 1892) a publié une série de tracés recueillis au moyen de l'appareil de HÜRTHLE, et rappelant les graphiques de HÜRTHLE et de ROLLESTON.

FRANÇOIS FRANCK (A. de P., 1891, 765), E. GLEY (A. de P., 1894, 734; B. B., 1894, 443), E. MEYER (*Sonde cardiographique pour la pression intra-ventriculaire chez le chien*, B. B., 1894, 443. *Cardiographie chez le chien*, A. de P., 1894, 692) ont décrit des sondes cardiographiques applicables au cœur du chien, et construites sur le modèle des sondes de CHAUVEAU et MAREY. Ces sondes fournissent des tracés analogues à ceux du cheval. MEYER admet, avec MAREY et CHAUVEAU, que l'ondulation de la ligne de descente du tracé de pression intra-ventriculaire correspond à la clôture des valvules sigmoïdes; il constate que cette ondulation est fréquemment dédoublée. Le premier accident correspond, d'après MEYER, à la fermeture des valvules sigmoïdes; le second « au choc de la colonne de sang ».

CHAUVEAU et MAREY, FICK<sup>1</sup>, LÉON FREDERICQ, ROLLESTON, ROY et ADAMI, HÜRTHLE, ARLOING, FRANÇOIS-FRANCK, E. GLEY, MEYER, PORTER, CONTEJEAN (voir plus loin), BAYLISS et STARLING, etc., sont d'accord pour admettre que le tracé de pression de la systole ventriculaire a une forme plus ou moins trapézoïde, et présente un plateau systolique plus ou moins ondulé.

KREHL et FREY (A. P., 1890, 30), FREY (*Die Untersuchung des Pulses, et Das Plateau des Kammerpulses*, C. P., 6 mai 1893; A. P., 1893, 4) nient au contraire l'existence du plateau systolique.

FREY a enregistré chez le chien les tracés de pression intra-cardiaque au moyen d'un manomètre élastique analogue à celui de FICK, auquel il donne le nom de tonomètre (la canule, dont l'extrémité ouverte plonge dans le sang, est reliée au moyen d'un système de tubes étroits remplis à moitié de liquide, à moitié d'air, avec un très petit tambour à levier). Les tracés de pulsation ventriculaire fournis par le tonomètre montrent une ondulation en forme de colline unique, la ligne de descente faisant suite à la ligne d'ascension. Le tracé est pour FREY identique à celui de la secousse musculaire.

Le plateau qui se voit sur les tracés publiés par les autres auteurs est dû, d'après FREY, à des défauts d'expérimentation. Le plus fréquent serait une position vicieuse de la sonde à l'intérieur du ventricule. Si la sonde est poussée trop loin dans le ventricule, elle ne baigne pas dans le sang pendant toute la durée de la systole ventriculaire; elle se trouve, à un certain moment, enclavée et bouchée entre les parois ventriculaires accolées. Il en résulte que le sommet de la courbe se trouve tronquée et simule dans ce cas un plateau.

HÜRTHLE (*Vergleich. d. Prüfung der Tonographen von Frey's und Hürthle's*, A. g. P., LV, 319, 1893), L. FREDERICQ (*Das Plateau des Kammer- und Aortenpulses*, C. P., 22 Avril 1893 et *Arch. de Biol.*, XIV, 1895), CONTEJEAN (*Das Plateau der Druckkurve in der Herzkammer*, C. P., 30 Juli 1894) ont montré que la forme des tracés recueillis par FREY dépendait d'un vice dans la construction de son appareil enregistreur.

1. Cependant FICK, dans une publication ultérieure, a publié des tracés se rapprochant de ceux de FREY (cité par FREY).

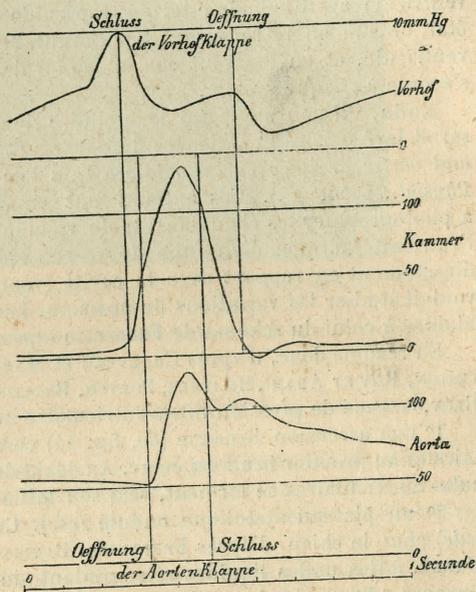


FIG. 15. — Tracés de pression de l'oreillette (Vorhof), du ventricule (Kammer) et de l'aorte (Aorta), correspondant à une pulsation cardiaque. Ouverture (Öffnung), fermeture (Schluss) des valvules aortiques et auriculo-ventriculaires (d'après FREY : *Die Untersuchung des Pulses*, 1892, fig. 28, p. 88).

Le tonomètre de FREY est un appareil paresseux, incapable de suivre des changements rapides de pression, comme ceux qui se déroulent au cours de la systole ventriculaire.

La même sonde, introduite dans le ventricule droit d'un chien, fournit des tracés en forme de colline ou en forme de plateau trapézoïde, suivant qu'on la relie à un appareil inscripteur paresseux (tonomètre, sphygmoscope), ou fonctionnant correctement (manomètre de HÜRTHLE ou de GAD). La forme de la courbe ne dépend donc pas de la position de la sonde dans le ventricule : au reste, le plateau systolique se voit encore sur le tracé aortique, où il ne peut être question d'obturation de l'extrémité de la sonde exploratrice (MAREY et CHAUVEAU, LÉON FREDERICQ).

CONTEJEAN (*A. de P.*, 1894, 821) a d'ailleurs montré que le tracé hémautographique du ventricule avait la même forme trapézoïde et présentait le plateau systolique. Ce tracé était obtenu en introduisant par l'oreillette un tube de verre ouvert à l'intérieur du ventricule, et en recevant sur le papier de l'appareil enregistreur le jet de sang qui s'écoule à chaque systole.

Enfin, s'il pouvait rester le moindre doute sur l'existence du plateau systolique, il serait levé par les expériences de BAYLISS et STARLING (*On the form of the intraventricular and aortic pressure curves obtained by a new Method. Internat. Monatschrift f. Anat. u. Physiol.*, 1894, XI). Ces auteurs ont employé une méthode fort simple, consistant à photographier les changements de volume d'un espace microscopique rempli d'air à l'extrémité fermée d'un tube de verre capillaire dont l'extrémité ouverte était mise directement en rapport avec la cavité (ventricule gauche ou aorte du chien) dont on voulait étudier les variations de pression. Les tracés obtenus par eux sont en tout semblables à celui du schéma de FREDERICQ reproduit plus haut.

En résumé donc, d'après CHAUVEAU et MAREY, ARLOING, d'ESPINE, LÉON FREDERICQ, ROLLESTON, ROY et ADAMI, HURTHLE, PORTER, BAYLISS et STARLING, CONTEJEAN, MEYER, FR. FRANCK, GLEY, le tracé de pression intraventriculaire montre :

1° une ascension brusque (*bc*, fig. 14) correspondant au début de la systole ventriculaire et au premier bruit du cœur. Au début de cette partie de la courbe les valvules auriculo-ventriculaires se ferment, vers son milieu (*b'*) les valvules sigmoïdes s'ouvrent ;

2° un plateau systolique ondulé (*cde*). Ces ondulations sont au nombre de trois (*cde*) chez le chien, d'après FREDERICQ, BAYLISS et STARLING, etc. Elles sont dues, d'après MAREY, à des ondes liquides rétrogradant de l'aorte vers le ventricule gauche ; d'après DONDEERS (*Trav. du Lab. d'Utrecht.*, 1, 11, 1867) et d'autres, à des imperfections de l'appareil enregistreur ; d'après ROY et ADAMI, à l'absence de synchronisme de la contraction des différentes parties du ventricule ; d'après d'ESPINE (*Revue de médecine*, 1882, 7, 17), aux efforts successifs de la contraction des ventricules ; d'après FREDERICQ, STEFANI (*Mem. dell' Acc. di Ferrara*, 1891, 69, cité par TIGERSTEDT), à la forme de contraction du muscle cardiaque, qui est un tétanos composé de trois secousses élémentaires.

L'ondulation *c* est souvent exagérée, à sommet aigu, probablement parce que la plume du tambour à levier, vivement projetée vers le haut, dépasse sa position d'équilibre. Les ondulations *d* et *e* sont souvent fusionnées en une saillie unique (tracés de ROLLESTON, de ROY et ADAMI) ; dans certains cas, il s'agit probablement d'une déformation artificielle de la courbe par un appareil enregistreur peu sensible.

3° Une ligne de descente *ef* correspondant au relâchement du muscle cardiaque. Les sigmoïdes artérielles se ferment, dans le voisinage de *e* pour LÉON FREDERICQ, ROLLESTON, ROY et ADAMI, etc. ; au niveau de *f'* pour MAREY et CHAUVEAU, MEYER, etc. LÉON FREDERICQ attribue, au contraire, l'ondulation finale *f* au flot de l'oreillette.

Signalons encore comme éléments moins constants : l'ondulation *ab*, qui correspond à la systole de l'oreillette, et le creux (*dt* au vide post-systolique) qui se montre après *f'*.

**Cardiographie proprement dite. Inscription du choc du cœur.** — CHAUVEAU et MAREY (*loc. cit.*) ont enregistré chez le cheval le choc du cœur, au moyen d'une ampoule spéciale, très analogue à l'ampoule manométrique du ventricule. Cette ampoule était placée dans une fente pratiquée dans l'épaisseur des muscles intercostaux (quatrième espace intercostal gauche ou droit) ; elle était reliée à un tambour à levier.

Ils obtinrent des tracés de choc du cœur très analogues à ceux de la pression ventriculaire. La fig. 16 nous en montre un exemple. Toutes les inflexions du tracé ventricu-

laire V, notamment l'ondulation A, due à la systole auriculaire, la brusque ascension du début de la systole ventriculaire B, le plateau systolique et ses ondulations, la chute

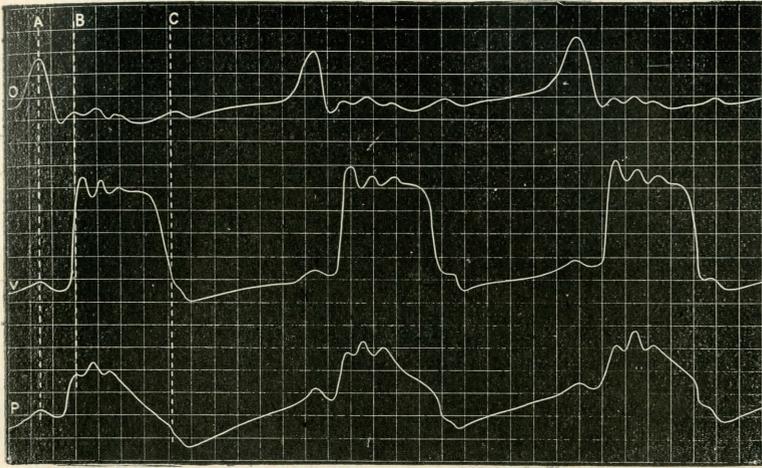


FIG. 16. — Tracés de pression auriculaire O, de pression ventriculaire V et du choc du cœur P, recueillis simultanément chez le cheval (MAREY, *Circulation du sang*).

A, sommet de la systole auriculaire. — De B en C, systole ventriculaire. — C, ondulation de clôture des valvules sigmoïdes.

indiquant la fin de la systole ventriculaire et l'ondulation finale C se retrouvent sur les deux tracés. Le synchronisme est parfait.

La principale différence entre les deux tracés, c'est l'obliquité descendante du tracé du choc du cœur à partir du point B. Cette obliquité révèle un nouvel élément de la pulsation : cet élément, c'est le changement de volume du ventricule à mesure que celui-ci se vide par sa contraction.

Le tracé du choc du cœur représente donc pour CHAUVEAU et MAREY un tracé des changements de la pression intra-ventriculaire (ou de la consistance de la paroi ventriculaire) modifié par le tracé des variations de volume du cœur.

MAREY, en 1863, a réussi à construire des cardiographes ou capsules exploratrices pouvant s'appliquer sur l'homme, et recevoir le battement du cœur que l'on sent en appliquant la main sur la poitrine. L'explorateur du choc du cœur est une capsule en bois ou en métal, fermée au moyen d'une membrane en caoutchouc, et reliée par un tube avec un tambour à levier. La membrane peut porter extérieurement un bouton que l'on applique au niveau de la peau, là où se perçoit le mieux l'ébranlement dû au choc du cœur (cinquième espace intercostal gauche). L'appareil est plus ou moins fortement pressé contre la peau.

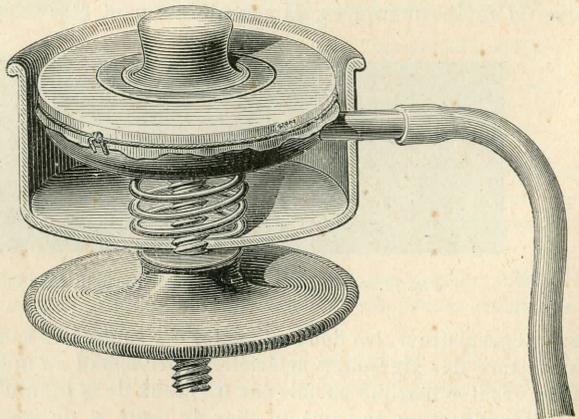


FIG. 17. — Cardiographe de MAREY pour l'exploration du cœur chez l'homme (*Trav. Labor.*, 1875).

1. Le premier cardiographe de MAREY était une capsule ouverte.

MAREY a décrit plusieurs modèles de cardiographe.

MEURISSE et MATHIEU (*Arch. phys. norm. et path.*, 1875, 257); KEYT (*Sphygmography and Cardiology*. New-York et London, 1887); BURDON SANDERSON (*Handbook f. the physiol. Laboratory*, 254, 1873); v. BASCH (*Zeit. f. klin. Med.*, II); KNOLL (*Prag. med. Woch.*, 1879); GRUNMACH (*Berl. klin. Wochens.*, 1876, 473); BRONDGEEST (*Onderz. Utrecht*, II, 1873, 327); EDGREN (*Skand. Arch. f. Phys.*, 1889, 1), et d'autres, ont pareillement décrit des cardiographes qui au fond sont construits sur le même modèle que celui de MAREY. Ces instruments peuvent être appliqués chez l'homme ou chez les animaux.

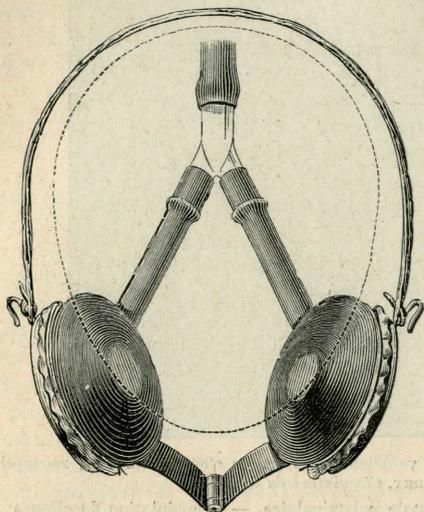


FIG. 18. — Explorateur à deux tambours de MAREY, servant à enregistrer le choc du cœur chez les petits animaux. L'appareil est censé fixé autour du thorax du lapin, dont le périmètre est représenté par la ligne elliptique pointillée (MAREY, *Circulation du sang*).

GALABIN, GARROD et LANDOIS se sont servis du sphygmographe de MAREY pour l'inscription du choc du cœur.

BAXT (*A. P.*, 1878, 125); HÜRTHLE (*loc. cit.*); FREY (*loc. cit.*); ROY et ADAMI (*loc. cit.*); LAULANIÉ (*C. R. Soc. Biologie*, 1889, 682), ont eu recours à des procédés un peu différents pour enregistrer le choc du cœur des animaux.

Si le cardiographe est appliqué à la bonne place, il pourra fournir des tracés rappelant en tous points ceux de la pression intraventriculaire : ondulation forte *a b* pour la systole de l'oreillette, ascension brusque *b c*, plateau systolique à trois ondulations *c d e* pour la systole ventriculaire,

descente brusque *e f* pour le relâchement ventriculaire, ondulation finale ou creux du vide postsystolique.

Le plateau systolique *c d e* est fréquemment incliné, ses ondulations systoliques sont plus ou moins marquées, la première *c* peut être exagérée, par suite de l'inertie du

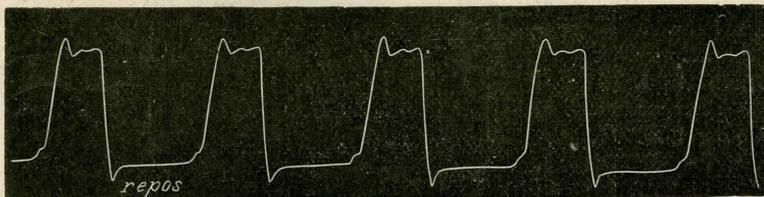


FIG. 19. — Tracé du choc du cœur recueilli chez l'homme; d'après MAREY.

levier enregistreur, les deux suivantes *d e* sont assez souvent fusionnées. Le moment de l'ouverture des sigmoïdes artérielles correspond au milieu ou au tiers supérieur de la ligne *bc*; il se marque parfois par un creux de la ligne d'ascension (Voir fig. 22 et 23, III).

L'identification du tracé du choc du cœur et du tracé de pression intraventriculaire, admise par MAREY et CHAUVEAU<sup>1</sup> a été adoptée généralement en France; et les tracés cardiographiques recueillis sur l'homme y ont toujours été interprétés conformément à leurs idées. Cette identification a été vivement combattue en Allemagne, principalement par les cliniciens.

Mais, avant d'exposer les controverses auxquelles l'interprétation des cardiogrammes

1. Cette identification est confirmée par la comparaison des tracés cardiographiques (tracés du choc du cœur) avec les tracés de pulsation carotidienne recueillis simultanément chez l'homme.

recueillis sur l'homme a donné naissance, il est bon d'énumérer au préalable les recherches assez peu nombreuses faites sur le chien, et ayant pour but de comparer le tracé de pression intraventriculaire et celui du choc du cœur.

FREY (*Die Untersuch. des Pulses*, 1892) rejette complètement l'identification du tracé du choc du cœur avec celui de la pression intra-ventriculaire. Pour lui, le choc du cœur ne présente pas chez le chien de relations fixes avec les phases des changements de pression qui se déroulent à chaque pulsation dans le ventricule et dans les artères. Le cardiogramme n'aurait d'ailleurs pas de forme typique: son tracé varierait suivant l'endroit du cœur où il a été recueilli; et, pour un même endroit du cœur, suivant le nombre des pulsations et le degré de réplétion du cœur. Le cardiogramme, pour FREY, est au fond une courbe de secousse musculaire, modifiée par des changements de forme et de situation des différentes parties du cœur. Ce n'est ni une courbe de pression intra-ventriculaire, ni une courbe de volume du ventricule.

De son côté, MARTIUS s'est vivement élevé contre la comparaison faite par MAREY et CHAUVEAU, et reprise par LÉON FREDERICQ, de la courbe de pression intra-ventriculaire et du tracé cardiographique. « Ces

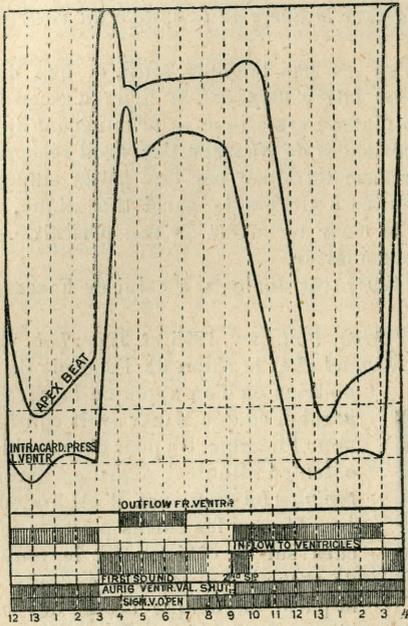


FIG. 20. — Schéma indiquant les relations du tracé ventriculaire (*Intracard. pressure*) et du choc du cœur (*Apex beat*), d'après ROY et ADAMI.

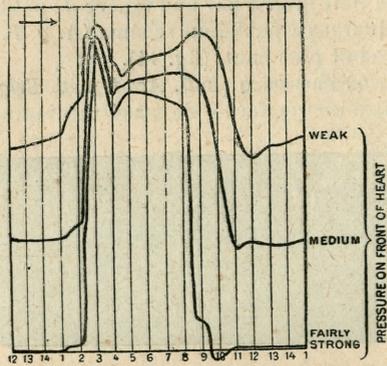


FIG. 21. — Diagramme montrant les modifications de la courbe du choc du cœur chez le chien sous l'influence des variations de la pression exercée par le bouton du cardiographe sur la paroi ventriculaire (fig. 13 de ROY et ADAMI).

deux courbes n'ont, pour lui, rien de commun : elles se produisent par un mécanisme entièrement différent, et ne présentent qu'exceptionnellement et accidentellement une certaine similitude extérieure. Leur comparaison n'a guère de sens et ne peut conduire qu'à des conceptions erronées » (*Zeits. f. klin. Med.*, XIX, 5 du tiré à part).

MARTIUS se réclame principalement des recherches de ROY et ADAMI pour affirmer la différence fondamentale des tracés de pression ventriculaire et des tracés cardiographiques. Analysons brièvement le travail de ces auteurs.

ROY et ADAMI (*The Practitioner*, 1890, 244) admettent que la courbe du choc du cœur diffère sensiblement chez le chien de celle des variations de la pression intra-cardiaque, comme le montre la fig. 20.

La ligne d'ascension du cardiogramme est beaucoup plus raide et atteint son sommet plus tôt que ne le fait la courbe de pression. Le plateau systolique du tracé cardiographique est notablement plus long et se termine par une ondulation qui suit la production du second bruit du cœur.

Cette discordance entre les deux tracés s'accroît davantage, si le bouton du cardiographe n'appuie pas suffisamment sur le cœur. Plus la pression qu'exerce l'appareil récepteur est faible, et plus le tracé du choc du cœur se trouve déformé, aplati, et plus

le plateau systolique s'allonge. (Voir la fig. 13 de ROY et ADAMI, reproduite ici à la fig. 21.) ROY et ADAMI arrivent à la conclusion assez décourageante « qu'il est difficile et même dans la plupart des cas impossible de mesurer avec exactitude la durée des différentes phases du cycle cardiaque en s'en tenant uniquement aux tracés du choc du cœur » (ROY et ADAMI, loc. cit., 244).

HÜRTHLE a publié d'admirables tracés de la pression intra-ventriculaire et du choc du cœur (recueillis chez le chien), sur lesquels on constate que les deux courbes montent en même temps, présentent un plateau systolique semblable et redescendent au même moment. « L'effort de pression que la surface du cœur exerce contre la paroi thoracique antérieure et qui produit la portion systolique du cardiogramme parcourt ici les mêmes phases que les variations de la pression à l'intérieur du ventricule, et nous pouvons en tirer la conclusion que les deux courbes ont même cause efficiente, c'est-à-dire la contraction du muscle ventriculaire, et que le cardiogramme peut servir à fixer la durée de la systole du ventricule » (A. g. P., XLIX, 93).

HÜRTHLE ajoute que malheureusement il n'en est pas toujours ainsi, et que dans beaucoup de cas, le cardiogramme présente une forme *atypique*, la ligne d'ascension précédant celle du graphique de pression, et le plateau systolique se prolongeant après la chute de la courbe de pression. Dans les expériences de HÜRTHLE, l'appareil récepteur du choc du cœur était constitué par une tige creuse terminée par une petite ampoule élastique. La tige et l'ampoule étaient introduites à travers la paroi thoracique, de manière à venir directement en contact avec le cœur recouvert de son péricarde. Le tracé était inscrit par une espèce de petit tambour à levier.

HÜRTHLE a publié un schéma (A. g. P., XLIX, 1891) très analogue à celui de FREDERICQ reproduit plus haut. (fig. 14).

LÉON FREDERICQ (Bull. Acad. méd. Belg., 1894; Arch. Biol., XIV, 1895 et Trav. Lab. v), a montré que la forme du tracé cardiographique dépend chez le chien de l'endroit de la

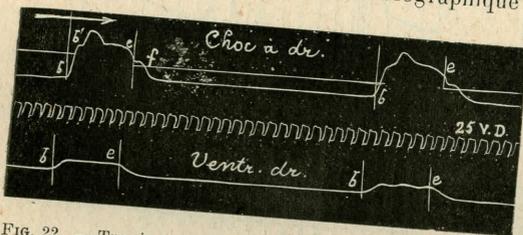


FIG. 22. — Tracés de choc du cœur (à droite) et de pression intra-ventriculaire (droit) chez le chien. — *b'*, ouverture des sigmoïdes artérielles et moment de la pénétration du sang dans l'aorte. — *b*, début, et *e'*, fin de la systole ventriculaire. — *f*, ondulation finale. Le temps perdu n'est pas rigoureusement le même dans les deux appareils enregistreurs. D'après LÉON FREDERICQ (Arch. Biol., XIV, 1895, et Trav. Lab., v).

poitrine où l'on applique le cardiographe, ce que MAREY avait constaté pour l'homme. On peut chez le chien obtenir à volonté des cardiogrammes *typiques* ou *atypiques*. Il est toujours possible sur les chiens maigres couchés sur le côté ou sur le ventre, de recueillir à certains endroits de la paroi thoracique *droite*, des tracés cardiographiques trapézoïformes, identiques à ceux de la pression intra-ventriculaire, et sur lesquels le début *b* et la fin *e* de la systole ventriculaire se marquent de la même façon que sur le tracé de pression intra-ventriculaire. Dans ces cas,

« les plumes des deux enregistreurs (sonde cardiaque droite, explorateur du choc du cœur) montent et descendent en même temps, comme si elles étaient liées l'une à l'autre par un fil invisible. »

Les différences que peuvent présenter les deux tracés dans le reste de leur parcours sont de peu d'importance, et s'expliquent par cette considération, que la courbe recueillie par le bouton du cardiographe, doit être considérée, avec CHAUVEAU et MAREY, comme une courbe de contraction ou d'épaississement du muscle cardiaque (identique à la courbe de pression intra-ventriculaire), plus ou moins déformée par la courbe des changements de volume du cœur entier ou du ventricule. Le plateau *cde* est, en effet, plus ou moins incliné vers *e*, conformément à la diminution de volume du ventricule; de plus, la ligne d'ascension *bc* peut présenter en *b'* une dépression, correspondant à l'ouverture des sigmoïdes artérielles, et à la pénétration de l'oreillette dans l'artère pulmonaire ou l'aorte. L'ondulation finale *f* (flot de l'oreillette pour LÉON FREDERICQ) est souvent beaucoup plus marquée sur le tracé du choc du cœur que sur celui de la pression intra-ventriculaire.

Ce sont là des tracés cardiographiques *typiques*. Mais il suffit de s'éloigner un peu du point où on les obtient, de manière à ce que le bouton du cardiographe cesse de presser dans la substance du cœur, pour que le tracé soit plus ou moins déformé par la courbe des variations de volume du cœur et prenne une forme *atypique*.

Le plateau se creusera, l'ondulation *f* augmentera d'importance, se fusionnera plus ou moins avec le plateau, et l'allongera d'une façon anormale. Le tracé conservera sa forme trapézoïde, mais il n'y aura plus coïncidence aux points *ef* avec le tracé de pression intra-cardiaque. Cette forme *atypique* du tracé du choc du cœur est chez le chien assez fréquente, si l'on applique l'explorateur sur le côté gauche de la poitrine.

Si l'on recule davantage la capsule exploratrice du cardiographe, le tracé recueilli devient tout à fait atypique et représente une pulsation négative, dont le début correspond à l'ouverture des valvules sigmoïdes, et la fin à l'ondulation *f*, ou flot de l'oreillette.

Il est clair que, si l'on veut utiliser, chez l'homme, le tracé du choc du cœur, pour déterminer la durée des phases de la pulsation cardiaque, il faut s'efforcer d'obtenir un cardiogramme typique, c'est-à-dire appliquer le bouton du cardiographe, fortement, de manière à ce qu'il s'enfonce à travers un espace intercostal dans la substance même du cœur (cinquième espace intercostal gauche, sujet penché de ce côté).

Si, en déplaçant le cardiographe, on obtient tantôt des pulsations négatives, tantôt des pulsations à plateau systolique long, tantôt à plateau systolique court, il faudra rejeter les premières et les secondes, et s'attacher à recueillir uniquement les dernières <sup>1</sup>.

La plupart des cardiogrammes recueillis chez l'homme et publiés par les auteurs sont heureusement des tracés typiques présentant la forme trapézoïde, le plateau systolique plus ou moins incliné, à trois ou deux ondulations, et souvent l'ondulation finale *f* au bas de la ligne de relâchement ventriculaire. Je range parmi les tracés plus ou moins typiques ceux recueillis chez des sujets atteints d'ectopie du cœur par FRANÇOIS FRANCK

(*Travaux du Lab. MAREY*, 1877, III, 31) et par v. ZIEMSEN (*Deutsches Arch. f. klin. Med.*, xxx, 1882, 278) et ceux recueillis sur des sujets normaux par MAREY (*Circulation du sang*). — LANDOIS (*Graph. Unters. über den Herzschlag*. Berlin, 1876. Art. *Herzstosscurve*, in *Real Encycl. d. ges. Heilkunde*, VI, 520, 1881, et *Lehrbuch der Physiologie*). — GALABIN (*Guy's Hospital Reports*, 1875, 3<sup>e</sup> sér., XX, 261). — OTT et HAAS (*Prager Vierteljahrsschr.*, 1877, IV, 49). — MAURER (*Deutsches Archiv f. klin. Medic.*, XXIV, 1879, 293 et 309). — ROSENSTEIN (*Deutsches Archiv f. klin. Med.*, 1879, XXIII, 79). — EDGREN (*C. P.*, déc. 1887, 487. *Skand. Arch. f. Phys.*, I, 1889). — MARTIUS (*Zeit. f. klin. Med.*, 1888, XIII et 1890, XIX, *Deutsche med. Wochens.*, 1888). — V. ZIEMSEN et MAXIMOWITSCH (*Deutsches Archiv f. klin. Medic.*, XLV, 1889). — HOCHHAUS (*A. P. P.*, XXXI, 1893, 405). — HILBERT (*Zeit. f. klin. Med.*, 87, XXIX. Suppl., 1891). — v. MAXIMOWITSCH (*Deutsches Archiv f. klin. Medic.*, XLIX, 1892, 394). — SCHMIDT (*Zeit. f. klin. Med.*, XXII, 1893). — RECH (*Graph. Unters. Diss. Bonn*,

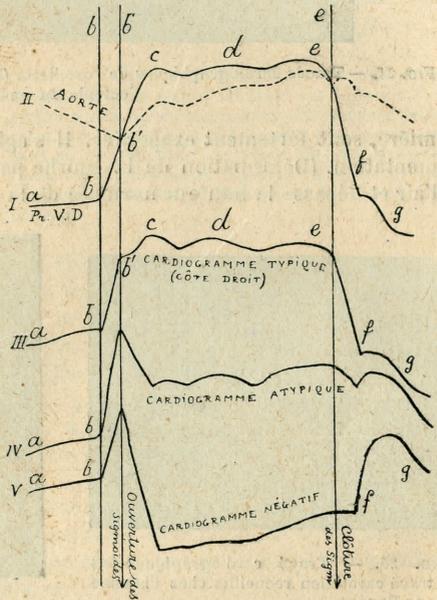


FIG. 23. — I, tracé de pression intra-ventriculaire. — II, tracé de pression aortique. — III, cardiogramme typique recueilli à droite. — IV, cardiogramme atypique recueilli à gauche. — V, cardiogramme atypique négatif. — *ab*, systole auriculaire. — *bcd*, systole ventriculaire. — *b'*, ouverture des valvules sigmoïdes. — *e*, clôture des valvules sigmoïdes. (Schéma d'après LÉON FREDERICQ. *Trav. Lab.*, v.)

1. HAYCRAFT (*The movements of the heart within the cardiogramme*. *J. P.*, XII, 1891, 238) a fait précisément l'inverse : aussi considère-t-il le cardiogramme négatif comme typique chez l'homme.

1890). — FR. MÜLLER (*Berl. klin. Wochens.*, 1895). — HÉRICOURT et H. DE VARIGNY (*B. B.*, 1888.)  
 Sur beaucoup de ces tracés, les ondulations du plateau systolique, et surtout la pre-

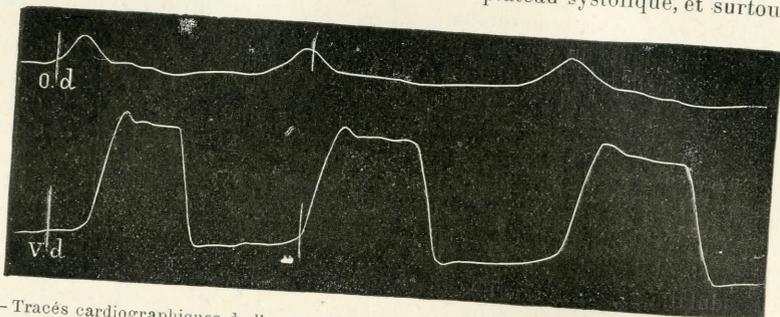


FIG. 24. — Tracés cardiographiques de l'oreillette (a, d) et du ventricule (v, d) droits chez une femme atteinte d'ectopie du cœur, d'après FR. FRANCK.

mière, sont fortement exagérées. Il s'agit sans doute dans ces cas de défauts d'expérimentation. (Déformation de la courbe par la projection brusque du levier qui saute en l'air et dépasse la hauteur normale de la courbe.)

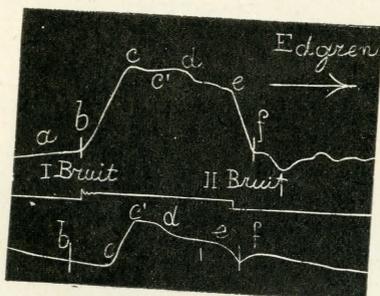


FIG. 25. — Tracé cardiographique et tracé carotidien recueillis chez l'homme par EDGREN.

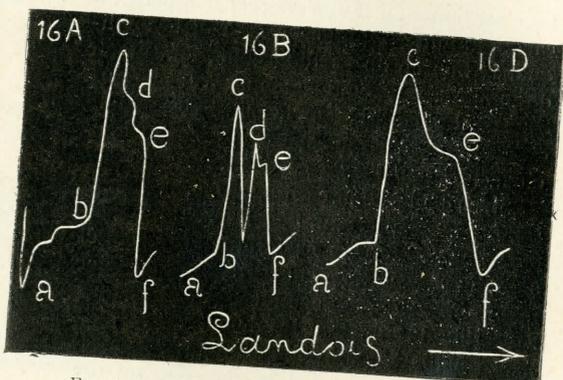


FIG. 26. — Tracés du choc du cœur (LANDOIS).

Si les auteurs s'accordent plus ou moins sur la forme générale du *cardiogramme* typique de l'homme, il n'en est pas de même de son interprétation.

MAREY et CHAUVEAU, auscultant le cœur du cheval, notaient au moyen d'un signal élec-

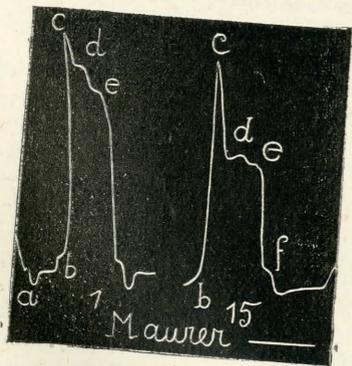


FIG. 27. — Tracés du choc du cœur de l'homme (MAURER).

trique le moment où ils entendaient le second bruit du cœur (clôture des sigmoïdes); ce moment correspondait à la ligne de descente *ef* du tracé cardiographique et marquait donc la fin de la systole. LANDOIS a cru, au contraire, se convaincre que le second bruit du cœur s'entendait pendant l'inscription du plateau systolique; il admit le dédoublement de ce second bruit: le bruit aortique correspond pour lui à l'ondulation *d* et celui de l'artère pulmonaire à l'ondulation *e* du plateau systolique. Aussi LANDOIS admit-il que la première ondulation seule du plateau systolique correspond à la systole ventriculaire et que les deux suivantes sont dues respectivement à la clôture des sigmoïdes aortiques et pulmonaires. MAURER, OTT et HAAS, ZIEMSEN et GREGORIANZ, MAXIMOWITSCH, MALBRANC, et d'autres cliniciens ont adopté plus ou moins complètement les idées de LANDOIS.

MARTIUS, dans ses premières recherches, avait même renchéri sur l'interprétation de LANDOIS, et affirmé que le second bruit, noté au moyen d'un signal, correspondait, non

à la seconde élévation du plateau systolique, mais au creux qui sépare la première élévation *c* de la sonde *de*, tandis qu'EDGREN notait au contraire le second bruit au bas de la ligne de descente *e f*. La figure 28 donne une représentation schématique de ces divergences. d'appréciation.

Les expérimentateurs allemands les plus récents, FR. MÜLLER (*Berl. klin. Wochens.* 1895, nos 35, 38), HOCHHAUS (*A. P. P.*, XXXI, 405), P. HILBERT (*Zeit. f. klin. Med.*, XIX<sup>1</sup>, Suppl. II., 158, 1891) et MARTIUS lui-même (*Zeit. f. klin. Med.*, 1891, 108) entendent et notent à présent le second bruit dans le voisinage du point *e*. C'est également au point *e* que je l'entends chez le cheval, le chien et l'homme.

Le procédé subjectif de la notation du second bruit conduit à des résultats incertains. Nous possédons heureusement deux méthodes objectives qui permettent de déterminer avec certitude la fin de la systole ventriculaire et le moment de clôture des sigmoïdes artérielles. La première, due à CHAUCHEAU (*C. R.*, 1894), consiste à introduire chez le cheval par la carotide un explorateur électrique du mouvement des valvules sigmoïdes (fermeture d'un contact électrique au moment de la clôture des sigmoïdes) et à enregistrer ce mouvement en regard des tracés cardiographiques.

La seconde méthode appliquée par HÜRTHLE (*Deutsche med. Woch.*, 1892 et 1893. *Ueber die mechanische Registrierung der Herztöne*, *A. g. P.*, LX, 1895, 263), ainsi que par EINTHOVEN et GELUK (*Die Registrierung der Herztöne*, *A. g. P.*, LVII, 1894, 617) consiste à enregistrer objectivement chez l'homme, au moyen d'un microphone enregistreur, le second bruit.

Ces deux méthodes ont fourni des résultats entièrement concordants. C'est bien dans le voisinage de *e*, à l'endroit où le plateau systolique cesse brusquement et se continue avec la ligne de descente *ef* que se produit le second bruit, que se ferment les valvules sigmoïdes et que se termine la systole ventriculaire.

La comparaison des tracés de pression dans le ventricule et dans l'aorte (MAREY et CHAUCHEAU, HÜRTHLE, LÉON FREDERICQ) a d'ailleurs conduit à des résultats concordants.

Plusieurs cliniciens allemands ont discuté la question de savoir à quelle portion du tracé cardiographique de l'homme correspond le moment de l'ouverture des valvules sigmoïdes de l'aorte et la pénétration du sang dans l'aorte. Ils ont cherché à résoudre la question en comparant le tracé sphygmographique de la carotide avec le cardiogramme. Les uns admettent avec MARTIUS que la pénétration de l'ondée sanguine dans l'aorte correspond exactement au sommet *c* de la ligne d'ascension *bc*. Cette ligne d'ascension *bc* représenterait le retard de la pulsation aortique sur celle du ventricule (retard essentiel de MAREY, *Anspannungszeit de GAD*, *Verschlusszeit de MARTIUS*). D'autres, au contraire, admettent que le moment de l'ouverture des sigmoïdes ne se marque pas sur le tracé cardiographique et correspond à un point de la ligne d'ascension compris entre *b* et *c*.

Il est certain pour moi que, sur les cardiogrammes typiques, l'ouverture des valvules sigmoïdes précède l'inscription du premier sommet *c* du plateau systolique et correspond par conséquent à un point de la ligne d'ascension *bc* que j'appellerai *b'*. Ce point *b'* m'a paru se marquer souvent chez le chien par une petite dépression de la ligne d'ascension

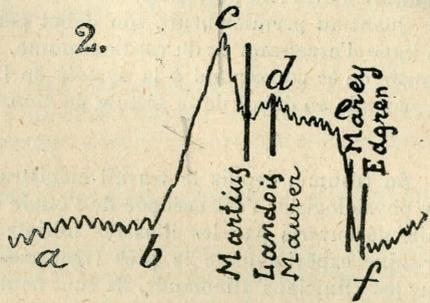


FIG. 28. — Tracé cardiographique recueilli chez l'homme sur une plaque vibrante par LANDOIS. J'ai ajouté sur la figure de LANDOIS des marques indiquant les points du cardiogramme qui correspondent au second bruit du cœur, d'après MARTIUS (premières recherches), LANDOIS, MAURER et les cliniciens allemands, CHAUCHEAU et MAREY, et EDGREN.

1. BYRON-BRAMWELL et MURRAY (*Brit. med. Journ.*, 1888, 10) placent également le second bruit du cœur sur la ligne de descente du cardiogramme (cités d'après TIGERSTEDT). Il en est de même de V. HOLOWINSKI et PAVINSKI (*Rech. cardiograph. Arch. sc. biol.*, Saint-Petersbourg, I, 1892, 787, cité d'après le *Jahresber. de HERMANN*).

du cardiogramme; je le retrouve principalement sur les tracés recueillis au moyen d'appareils très sensibles, mais n'inscrivant que des courbes de petite dimension (de manière à éviter la projection du levier au moment de l'inscription).

Quant au premier bruit, son début peut ne correspondre qu'à la seconde moitié de la ligne d'ascension *bc* du cardiogramme. HÜRTHLE admet que, dans ce cas, la première moitié de *bc* correspond à la systole de l'oreillette (Voir HÜRTHLE, *A. g. P.*, LX, 281) et la seconde au début de la systole du ventricule.

En résumé, depuis le travail magistral de CHAUVEAU et MAREY, toute une génération de physiologistes s'est occupée de l'étude cardiographique de la pulsation du cœur. Les faits découverts par les illustres initiateurs de la cardiographie ont été soumis à la critique expérimentale la plus rigoureuse. Après avoir été contestés, principalement par les cliniciens allemands, ils sont actuellement acceptés par la grande majorité des expérimentateurs.

**Bibliographie.** — Les articles cités dans le texte. — MAREY (*Circulation du sang. Méthode graphique*. Article « Cardiographe » du *Dict. encycl. des sc. méd.*, 1871). — GSCHIEDLEN (*Physiologische Methodik*, 1876). — ROLLETT (*Blutkreislauf in Handbush* de HERMANN). — LANGENDORFF (*Physiologische Graphik*, 1891). — TIGERSTEDT (*Physiologie des Kreislaufes*, 1893).

Nombreuses indications bibliographiques dans les mémoires cités de MAREY, LANDOIS, MARTIUS, LÉON FREDERICO, v. FREY, etc.

L. FREDERICQ.

**CARDOL.** — Liquide huileux, insoluble dans l'eau, non volatil, qu'on extrait en même temps que l'acide anacardique de l'*Anacardium occidentale*. Il a des propriétés vésicantes.

**CARNIVORES (Animaux).** — Voyez **Aliments**.

**CAROTTINE.** — Matière colorante jaune de la carotte; on la prépare en épuisant la racine râpée par l'eau, et en précipitant par le tannin et une petite quantité d'acide sulfurique. Le dépôt est épuisé par l'alcool à 80° bouillant; et le résidu insoluble est traité par le sulfure de carbone, puis évaporé, et repris par l'alcool absolu. Cette solution concentrée dépose la carottine en cristaux rouge-brun, assez volumineux, à reflets métalliques, solubles dans le sulfure de carbone, la benzine et les huiles étherées, insolubles dans l'eau et l'alcool, peu solubles dans l'éther et le chloroforme.

Ces cristaux se décolorent à la lumière et sous l'influence de la chaleur.

La composition de la carottine est représentée par la formule  $C^{18}H^{24}O$ ; ce corps fond à 167°8.

La carottine est indifférente aux sels métalliques, aux acides et aux alcalis.

L'hydrocarottine ( $C^{18}H^{30}O$ ) se dépose au bout d'un certain temps de la solution alcoolique en feuilletts cristallisés, sans saveur ni odeur.

**CARPAINE.** — Alcaloïde contenu dans les feuilles du *Papaya carica*, et extraite par GRESSHOFF (*Ber. d. d. ch. Ges.* Berlin, 1890, XXIII, 3537-3538). Poison du cœur qui a tué un coq à la dose de 0<sup>gr</sup>,2 et un crapaud (de 30 grammes) à la dose 0<sup>gr</sup>,012. OEFELE (*Ann. de Merck*, 1892, 28) l'a donné à l'homme en injections sous-cutanées comme succédané de la digitale.

**CARTHAMINE** ou **ACIDE CARTHAMIQUE** ( $C^{14}H^{16}O^7$ ). — C'est une belle matière colorante rouge fournie par les fleurs du *Carthamus tinctorius* (*D. W.*, I, 772).

**CARVI (Essence de).** — Essence fournie par la distillation du *Carum carvi*, ombellifère. C'est un mélange de carvène,  $C^{10}H^{16}$ , qui bout à 173°; et de cartol ( $C^{10}H^{14}O$ ), qui bout à 225°.