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 CO₂; l’animal meurt plus vite que dans l’asphyxie simple.

J’ai constaté que, pendant l’empoisonnement par de fortes doses de CO₂, 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, t, Liège, 1886, 1).


Pour l’acide carbonique du sang, de la lymphe et des tissus, voir les articles Sang, Lymphè, Respiration.

Action locale de CO₂. — L’acide carbonique a une saveur aigreletante agréable: il irrita fortément la conjonctive oculaire et les différentes muqueuses. BROWN-SÉQUARD a admis 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’ASNOY a vanté l’action antiseptique de l’acide carbonique comprimé à 50 atmosphères sur les extraits glycérinés des tissus animaux (B. B., 1893, 914). Voir aussi STERNKETZ (Centralb. f. Bakter. u. Paras., xv, 18, 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, CO₂ produit la paralysie et la mort. D’après GRUNHAGEN, CO₂ agissant localement sur un nerf sciaticque de grenouille y supprimerait l’excitabilité, mais laisserait intacte la conductibilité nerveuse. Les plantes n’échappent pas à cette action néfaste de CO₂: toute germination s’arrête dès que la tension de CO₂ atteint une certaine limite.

Seuls, certains organismes inférieurs, notamment la levure de bière, paraissent entièrement réfractaires à l’action toxique de CO₂ et supportent une tension de CO₂ de plusieurs atmosphères.


LÉON FREDERICQ.

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


Comme l’interprétation du cardiógramme 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
pulsation cardiaque. (Cardiométrie, Cardiopléthysmographie, Pulsion cardio-œsophagienne, Pulsion cardio-pneummatique, etc.)


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 élastiques, compressibles, remplies d’air, sont reliées chacune par un long tube de caoutchouc avec un tambour à levier to, t1, t2. 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 précoce.

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 Fréderico, Manipulations de physiologie, 1892, 154).

Elle a été répétée par CHAUVET 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-
CARADIOPHANE.

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

puis la courbe remonte lentement pendant la pause jusqu’au début de la pulsatation 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 Blutwellenzzeichners. 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 CHAUVÈNE et MAREY.

LÉON FREDERICQ (Ann. de la Soc. médico-chirurg. Liège, juillet 1886 ; Bull. Acad. Belg., 1886 ; Arch. de Biol., v. et Travaux du Lab., v; Arch. de Biol., xiv, 1895 et Travaux du lab., v, C. P., n. 14 Avril. 1888, 19 Déc. 1894, 30 Juillet 1892, 238 ; 22 Avril 1893) a répété chez le chien les expériences de CHAUVÈNE et MAREY, en se servant principalement de sphéromoscopes 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 CHAUVÈNE 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 myocardographique. 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 têtonos, résultant de la fusion incomplète de trois secousses 1.

1. Cette opinion a été combattue par MEYER (A. de P., 1892), LAULANIE (B. B., 1892, 17 juin); appuyée par CONTESIAN (B. B., 1894, 831).
Les tracés rappellent plus ou moins ceux de Chauveau et Marey. Rolleston admet, comme Frederico, que la clôture des sigmoïdes correspond à la fin du plateau systolique e e et non à l'ondulation f de la ligne de descente.

Magini (Le pression du sang dans les cavités du cœur étudié au moyen d'un trocart spécial. A. i. B., viii, 123, 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-rate : 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).

Burthile (Uber den Zusammenhang zwischen Herzthätigkeit und Pulsform. A. g. P., xxix, 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 Frederico. L'auteur ne s'est pas prononcé sur la signification des trois ondulations du plateau systolique, ni sur celle de l'ondulation finale f.
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.


Chauveau et Marey, Fick 1, Léon Frederico, Rolleston, Roy et Adam, Hürthle, Arlong, François-Franck, E. Gley, Meyer, Porter, Conterean (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.


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 plongée 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 pulsatation ventriculaire fournis par le tonomètre montrent une ondulation en forme de coline unique, la ligne de descente faisant suite à une 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.


1. Cependant Fick, dans une publication ultérieure, a publié des tracés se rapprochant de ceux de Frey (cité par Frey).
Le tonomètre de Frey est un appareil paresseux, incapable de suivre les 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 Héréthle ou de Gab). 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 Frederico).

Conze Gener (A. de P., 1894, 821) a d'ailleurs montré que le tracé hémautomatographique 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'échoue 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 Frederico reproduit plus haut.

En résumé donc, d'après Chauveau et Marey, Arloing, d'Espine, Léon Frederico, Rolleston, Roy et Adami, Héréthle, Porter, Bayliss et Starling, Conze Gener, 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 valeurs auri-culo-ventriculaires se ferment, vers son milieu (b) les valeurs sigmoïdes s'ouvrent ;

2° un plateau systolique ondulé (cde). Ces ondulations sont au nombre de trois (cde) chez le chien, d'après Frederico, Bayliss et Starling, etc. Elles sont dues, d'après Marey, à des ondes liquides rétrogradant de l'aorte vers le ventricule gauche ; d'après Donders (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 Frederico, Stefani (Mem. dell' Acc. di Ferrara, 1891, 69, cité par Tüxenstedt), 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 f correspondant au relâchement du muscle cardiaque. Les sigmoïdes artérielles se ferment, dans le voisinage de e pour Léon Frederico, Rolleston, Roy et Adami, etc. ; au niveau de f pour Marey et Chauveau, Meyer, etc. Léon Frederico 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 (dû 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-
CARIIOGRAPHE.

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. — B en C. systole ventriculaire. — C. ondulation de clôture des valves 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 1865, 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.

1. Le premier cardiographe de Marey était une capsule ouverte.
MAREY a décrit plusieurs modes de cardiographe.

Meissner et Mathieu (Arch, phys. norm. et path., 1875, 257); Keyt (Sphygmography and Cardiography, New-York et London, 1887); Burdon Sanderson (Handbook f. the physiol. Laboratory, 254, 1873); V. Batsch (Zeit. f. klin. Med., II); Knoll (Prog. med. Woch., 1879); Gruenbach (Basel. Med. Wochens., 1876, 473); Brongeest (Arch. Het. Utrecht, II, 1873, 327); Eggens (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.

Galabre, Garbi et Landois se sont servis du sphygmographe de MAREY pour l'inscription du choc du cœur.

Baxt (A. P., 1878, 125); Hübtle (loc. cit.); Frey (loc. cit.); Roy et Adam (loc. cit.);

Laulander (C. R. Soc. Biologique, 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 levier enregistrateur, 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 b c; il se marque parfois par un creux de la ligne d'ascension (Voir fig. 22 et 23, n°)

L'identification du tracé du choc du cœur et du tracé de pression intraventriculaire, admise par MAREY et CREAVEN, 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.
reconnus sur l'homme a donné naissance; il est bon d’enumerer 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.

Fret (Die Untersuch. des Pulsus, 1892) rejette complétement 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 répétition du cœur. Le cardiogramme, pour Fret, 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 Frederico, de la courbe de pression intra-ventriculaire et du tracé cardiographique. « Ces

deviennent, 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 qu'une de sens et ne peut conduire qu'à des conclusions erronées » (Zeits. f. klin. Med., xix, 5 du tiré à part).

Martius se réclame principalement des recherches de Roy et Adams pour affirmer la différence fondamentale des tracés de pression ventriculaire et des tracés cardiographiques. Analysons brièvement le travail de ces auteurs.

Roy et Adams (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'accentue 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).

Hurtile 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
moment. « L'effort de pression que la surface du cœur exerce contre la paroi thoracique anté-
rieure 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 con-
clusion que les deux courbes ont même cause efficace, 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. F., XLIX, 93).

Hurtile 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 Hurtile, l'appareil récepteur
élastique. La tige et l'amouple 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.

Hurtile a publié un schéma (A. g. F., XLIX, 1891) très analogue à celui de Frederico
reproduit plus haut. (fig. 14).

Léon Frederico (Bull. Acad. méd. Bely., 1894; Arch. Biol., XIV, 1895 et Trav. Lab. v), a
montré que la forme du tracé cardiological dépend chez le chien de l'endroit de la
poitrine où l'on applique le cardiogra-

graphie, ce que Marx 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 cou-
chés sur le côté ou sur le ventre,
de recevoir à certains endroits de
la paroi thoracique droite, des trac-
és cardiologicals trapéziformes,
identiques à ceux de la pression
intra-ventriculaire, et sur lesquels
le début et la fin de la systole ven-
culaire se marquent de la même
façon que sur le tracé de pression
intra-ventriculaire. Dans ces cas,
les plumes des deux enregistreurs (sonde cardiological droite, exploratrice 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 parcour
sont de peu d'importance, et s'expliquent par cette considération, que la courbe recueilli
par le houton du cardiographe, doit être considérée, avec Chauveau et Marie, comme
une courbe de contraction ou d'épaississement du muscle cardiological (identique à la
courbe de pression intra-ventriculaire), plus ou moins déformée par la courbe des chan-
gements de volume du cœur entier ou du ventricule. Le plateau c d e est, en effet, plus
ou moins incliné vers e, conformément à la diminution de volume du ventricule; de
plus, la ligne d'ascension b peut présenter en b' une dépression, correspondant à l'ouver-
ture des sigmoïdes artérielles, et à la pénétration de l'ondée ventriculaire dans l'artère
pulmonaire ou l'aorte. L'ondulation finale f (flot de l'oreillelette pour Léon Frederico) est
souvent beaucoup plus marquée sur le tracé du choc du cœur que sur celui de la pres-
sion intra-ventriculaire.
CARDIOGRAPHE.

Ce sont là des tracés cardiaques 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 trapézoïdale, mais il n'y aura plus coïncidence aux points c de l'onde de pression intra-cardiaque. Cette forme atypique du tracé du choc du cœur est chez le chien assez fréquente, si l'on applique l'explicateur 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 valeurs sigmoides, et la fin à l'ondulation \( f \), ou flot de l'oreillette. Le cardiogramme représente dans ce cas avant tout, la courbe des variations de volume du ventricule.

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.


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

DICT. DE PHYSIOLOGIE. — TOME II. 30
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.)

Si les auteurs s'accordent plus ou moins sur la forme générale du cardigramme 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 électrique le moment où ils entendaient le second bruit du cœur (clôture des sigmoïdes); ce moment correspondait à la ligne de descente $ef$ du tracé cardigraphique 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 admet-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. Marey, Ott et Haas, Ziemssen et Gregorinanz, Maxi- mowitsch, Malbrancq, 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 créux qui sépare la première élévation e de la sonde de, tandis qu’Eötvös 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.


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 Chauveau (C. R., 1894), consiste à introduire chez le cheval par la carotide un explorateur électrique du mouvement des valves sigmoïdes (fermeture d’un contact électrique au moment de la clôture des sigmoïdes) et à enregistrer ce mouvement en regard des tracés cardiologicals.

La seconde méthode appliquée par Hürthle (Deutsche med. Woch., 1892 et 1893, Über die mechanische Registirung der Herztöne, A. g. P., lx, 1895, 263), ainsi que par Entstoven et Geldk (Die Registirung der Herztöne, A. g. P., lvii, 1894, 617) consiste à enregistrer objectivezment 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 e f que se produit le second bruit, que se ferment les valves sigmoïdes et que se termine la systole ventriculaire.

La comparaison des tracés de pression dans le ventricule et dans l’aorte (Marey et Chauveau, Hürthle, León Frederico) a d’ailleurs conduit à des résultats concordants.

Plusieurs cliniciens allemands ont discuté la question de savoir à quelle portion du tracé cardiological de l’homme correspond le moment de l’ouverture des valves 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 cardigramme. Les uns admettent avec Martius que la pénétration de l’ondée sanguine dans l’aorte correspond exactement au sommet e de la ligne d’ascension be. Cette ligne d’ascension be représenterait le retard de la pulsation aortique sur celle du ventricule (retard essentiel de Marey, Anspannungszzeit 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 cardiological et correspond à un point de la ligne d’ascension compris entre b et e.

Il est certain pour moi que, sur les cardiogrammes typiques, l’ouverture des valves sigmoïdes précède l’inscription du premier sommet e du plateau systolique et correspond par conséquent à un point de la ligne d’ascension be 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.

CARNIVORES (Animaux). — Voir Aliments.

CARNOTINE. — 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° boulant; et le résidu insoluble est traité par le sulfure de carbone, puis évaporé, et repris par l'alcool absolu. Cette solution concentrée dépose la carotinite 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 chlorure formique.

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

La composition de la carotinite est représentée par la formule C_{20}H_{20}O; ce corps fond à 167°.

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

L'hydrocarotinate (C_{20}H_{20}O) se dépose au bout d'un certain temps de la solution alcoolique en feuillets cristallisés, sans saveur ni odeur.

CARPAINE. — Alcaloïde contenu dans les feuilles du Papaya carica, et extraite par GEHNHOFF (Ber. d. d. ch. Ges. Berlin, 1890, xxiii, 3337-3338). Poison du cœur qui a tué un coq à la dose de 0,2 et un crapaud de 30 grammes à la dose 0,012. USSEL (Ann. de Merc. 1892, 28) l'a donné à l'homme en injections sous-cutanées comme succédané de la digitale.

CARTHAMINE ou ACIDE CARTHAMIQUE (C_{18}H_{14}O). — 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 223°.