

# Recherches sur la Circulation et la Respiration.

---

## La pulsation du cœur chez le chien (suite <sup>(1)</sup>)

PAR

LÉON FREDERICQ

---

### CHAPITRE IV.

SUR LE POULS VEINEUX PHYSIOLOGIQUE.

---

#### BIBLIOGRAPHIE.

WEDEMEYER. *Untersuchungen über den Kreislauf des Blutes*, etc. Hannover, 1828.

WEYRICH. *De cordis aspiratione experimenta*. Dorpati, 1853.

N. FRIEDREICH. *Ueber den Venenpuls*. Deutsches Archiv für klinische Medicin. I, 1865, p. 241.

POTAIN. *Recherches sur les mouvements et les bruits qui se passent dans les veines jugulaires*. Mémoires de la Société médicale des hôpitaux, 1868, t. IV. (Cité d'après Marey et François Franck.)

MOSSO. *Sul polso negativo*. Arch. p. l. Scienze Mediche, t. II, fasc. Torino, 1878. — *Die Diagnostik des Pulses*. Leipzig, 1879. (Cité d'après Riegel, Gottwalt, Fr. Franck.)

---

(<sup>1</sup>) Voir *Archives de Biologie*, t. VIII, p. 497.

MAREY. *La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies*, 1881, p. 419, fig. 217.

FRANZ RIEGEL. *Aus der medicinischen Klinik in Giessen. Ueber den normalen und pathologischen Venenpuls*. Deutsches Archiv für klinische Medicin, XXXI, 1882 p. 1. — *Experimentelle Untersuchungen über den normalen Venenpuls und über das Verhalten des Venensystems bei Pericardialergüssen*. Aus dem Laboratorium der med. Klinik in Giessen. Deutsches Archiv für klinische Medicin, XXXI, 1882, p. 470.

EDUARD GOTFWALT. *Der normale Venenpuls*. (Aus dem physiologischen Institut der Universität Strassburg). Archiv für die gesammte Physiologie, XXV, 1881, p. 1.

FRANÇOIS FRANCK. *Mouvements des veines du cou en rapport avec l'action de la respiration et du cœur. Étude critique et expérimentale*. Extrait de la Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie, mars-avril 1882. — *Nouvelles recherches sur un cas d'ectopie cardiaque (ectocardie) pour servir à l'étude du pouls jugulaire normal et d'une variété de bruit de galop*. Archives de physiologie, I, p. 70, 1889.

### § I. — Historique.

Il faut distinguer soigneusement le pouls veineux véritable, dépendant directement de la pulsation du cœur droit, du pouls veineux que l'on pourrait appeler accidentel et qui résulte de la propagation des pulsations artérielles.

Dans l'expérience de l'électrisation de la corde du tympan, les vaisseaux artériels et capillaires de la glande sous-maxillaire se dilatent suffisamment pour que les pulsations artérielles se propagent jusque dans les veines. Les jugulaires peuvent présenter des battements de même nature à la suite de la section du cordon cervical du grand sympathique.

Une deuxième espèce de pouls veineux accidentel nous est offerte par les veines situées dans le voisinage immédiat d'artères volumineuses. L'ébranlement pulsatil de la veine est négatif dans ce cas, c'est-à-dire inverse de celui de l'artère : la veine est déprimée au moment où l'artère présente le maximum de l'expansion.

Enfin une troisième variété de pouls veineux accidentel par

communication des pulsations artérielles, se rencontre dans les veines qui sortent de cavités closes, présentant des parois résistantes et inextensibles, comme c'est le cas pour les veines du globe de l'œil et pour celles qui sortent de la cavité crânienne. L'ondée sanguine artérielle ne peut pénétrer dans une cavité à parois rigides et remplie de tissus et de liquides incompressibles, qu'en poussant en dehors de la cavité, par les veines émergentes, une ondée veineuse équivalente.

C'est sans doute par un mécanisme analogue qu'il faut expliquer les pulsations des veines de l'avant-bras et du pli du coude, qui ont été fréquemment signalées au cours de la saignée. La ligature que l'on place au-dessus du pli du coude a pour effet d'accumuler le sang dans l'avant-bras. Le membre gonfle, ce qui produit une forte tension de la peau. Les téguments jouent alors, vis-à-vis des tissus sous-jacents, le rôle de la capsule inextensible, qui n'admet le sang artériel dans son intérieur que pour autant que les veines dégorgent une ondée sanguine équivalente.

Le phénomène auquel il convient de réserver le nom de pouls veineux normal et dont je vais aborder l'étude, est d'une autre nature. Il est sous la dépendance immédiate des pulsations du cœur droit et a surtout été observé sur la jugulaire externe.

Wedemeyer (1828) signala le premier l'existence du pouls jugulaire normal chez l'animal sain. Il répéta sur le cheval l'expérience déjà exécutée par Barry, et qui consiste à mettre l'intérieur de la jugulaire en rapport avec un long tube de verre, plongeant dans un vase rempli d'eau colorée. Il vit, à chaque pulsation cardiaque, le liquide monter par aspiration, dans le tube, à une hauteur d'un ou de plusieurs pouces.

Weyrich (1853) observa le pouls veineux de la veine cave, mais en contesta l'extension aux jugulaires.

Bamberger (1856), Geigel et plusieurs autres cliniciens n'admirent, sous le nom de pouls veineux, que le phénomène pathologique du soulèvement de la jugulaire coïncidant avec la systole ventriculaire (et non avec la systole auriculaire). On ne

l'observerait que dans les cas d'insuffisance tricuspide, et il serait provoqué par un véritable mouvement de reflux du sang veineux à travers les valvules auriculo-ventriculaires.

Au contraire, Friedreich (1865), Potain (1868), Mosso (1878), Riegel (1881), François Franck (1882), démontrèrent chez l'homme l'existence constante, ou tout au moins fréquente, du pouls veineux jugulaire, en dehors de toute lésion cardiaque ou vasculaire. Marey (1881), Riegel (1881), Gottwalt (1881) et François Franck (1882) étudièrent le pouls veineux chez le chien et le lapin. Nous allons passer en revue ces différents travaux.

Le pouls veineux observé par Friedreich présente une ligne d'ascension graduelle dicrote (pouls anadicrote), à laquelle fait suite une brusque descente simple (pouls catamonocrote), comme le montre la figure 1.



FIG. 1. Pouls de la jugulaire, recueilli sur une femme de 38 ans.  
(Fig. 26 du mémoire de Friedreich.)

L'ondulation positive dicrote de la ligne d'ascension correspond, d'après Friedreich, à la systole de l'oreillette. L'ondulation suivante, qui coïncide avec le début de la systole ventriculaire, ne devrait pas son origine à une action directe de cette systole: Friedreich est tenté de l'attribuer à la pulsation artérielle de l'aorte ascendante, qui ébranlerait à son passage la veine cave située dans son voisinage immédiat. De la veine cave, l'ébranlement se propagerait aux jugulaires.

Potain, étudiant dans les hôpitaux le pouls veineux normal, inscrivit simultanément les pulsations veineuses, celles du cœur et celles des artères. Il vit qu'au moment de la systole de l'oreillette, un grand soulèvement se produit dans le pouls des jugulaires, et qu'à ce soulèvement succède un affaissement correspondant à la diastole de l'oreillette dans laquelle les

veines se vident brusquement. Plus tard arrive un second affaissement que Potain attribue à la diastole du ventricule, dans lequel les oreillettes et les veines se vident de proche en proche.

Les expériences de Marey, faites sur les animaux, confirmèrent cette manière de voir, du moins en ce qui concerne le premier soulèvement veineux, auquel fait suite un affaissement profond. La figure 217 de Marey est obtenue sur un chien dont on explore la pression latérale dans la jugulaire, à la base du cou, en même temps que la pulsation du ventricule droit.

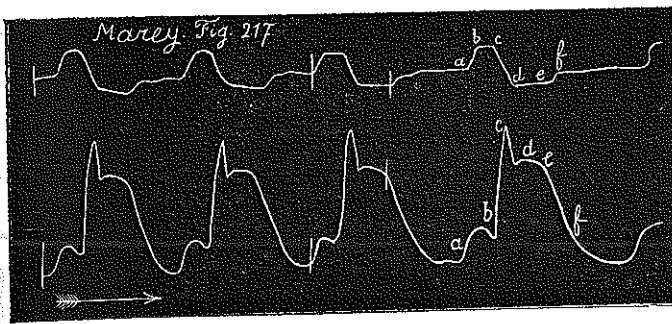


FIG. 2. Pouls de la jugulaire (ligne supérieure) et pulsation du ventricule droit (ligne inférieure), recueillis sur le chien. (Reproduction de la fig. 217, p. 419 de la *Circulation du sang* de Marey. Les lettres a, b, c, d, e, f, ont été ajoutées.)

“ Cette figure, dit Marey, montre une parfaite coïncidence du principal soulèvement veineux avec la systole de l'oreillette (ab), tandis que l'affaissement veineux coïncidant avec la systole ventriculaire ne peut s'expliquer que par la diastole de l'oreillette. „ (*Circulation du sang*, 1881, p. 420.)

Mosso avait été principalement frappé de ce fait, que le phénomène le plus saillant de la pulsation de la jugulaire est un brusque affaissement du vaisseau correspondant à la systole ventriculaire. Le pouls négatif de la jugulaire coïncide avec le pouls positif de la carotide ; il est dû uniquement, pour Mosso, à l'augmentation du vide thoracique qui accompagne la déplétion du ventricule gauche. Le sang veineux doit, en effet, être

aspiré avec plus de force dans la cavité close de la poitrine, au moment où le départ de l'ondée sanguine artérielle y crée un vide relatif. Mosso attribue donc le pouls négatif de la jugulaire à la même cause qui produit le mouvement dit cardio-pneumatique.

Comme nous allons le voir à l'instant, les recherches de Riegel, de Gottwalt, de François Franck, ont démontré l'inexactitude de cette explication exclusive. En effet, le pouls veineux se montre encore après l'ouverture de la poitrine qui supprime le vide thoracique, et toute variation de ce vide. En outre, le phénomène est plus complexe que ne le croyait Mosso. A chaque systole cardiaque, on observe plusieurs soulèvements et affaissements successifs de la jugulaire.

Riegel observa le pouls veineux chez de nombreuses personnes ne présentant aucune affection cardiaque. Il s'attacha à établir la coïncidence exacte des différents détails de ce pouls avec les phases de la pulsation cardiaque, en inscrivant simultanément le pouls de la carotide d'un côté et celui de la jugulaire de l'autre côté. Il répéta ces expériences d'inscription sur des chiens curarisés.

La description générale qu'il donne du pouls veineux se rapproche de celle de Friedreich, et peut également s'appliquer à la figure de Marey reproduite plus haut.

Comme on le voit dans les figures suivantes, empruntées aux deux mémoires de Riegel, le tracé veineux est anadicrote, c'est-à-dire présentant une ondulation dicrote dans sa ligne d'ascension et catamonocrote, c'est-à-dire à ligne de descente simple.

La ligne de descente *cd* correspond, pour Riegel, à la systole ventriculaire; la ligne ascendante *abc* correspond, dans sa seconde moitié *bc*, à la systole auriculaire. Nous avons vu que Friedreich considérait, au contraire, la saillie *ab* comme représentant la systole auriculaire.

Gottwalt obtint chez le chien et le lapin, au moyen d'un explorateur veineux construit par Ewald, des tracés du pouls jugulaire notablement différents de ceux de Riegel, de Marey et de Friedreich. A chaque battement du cœur correspond, pour

Gottwalt, une pulsation veineuse positive forte, B, à laquelle fait suite une série de trois petites pulsations positives, D, F, H, comme le montre le schéma fig. 5 qui reproduit la figure V du travail de Gottwalt.

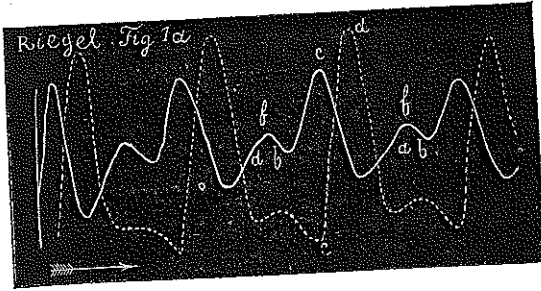


FIG. 3. Pours veineux (ligne pleine) et pous carotidien (ligne pointillée), recueillis chez l'homme. (Fig. 1a, p. 33 du mémoire de Riegel.)



FIG. 4. Pous veineux (ligne pleine) et pous carotidien (ligne pointillée), recueillis chez le chien curarisé. (Fig. 2, p. 274 du mémoire de Riegel.)

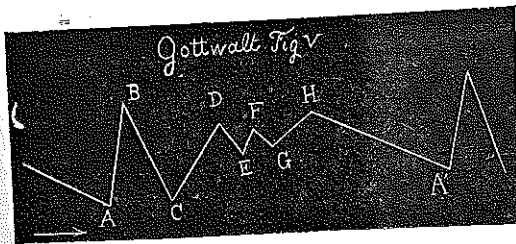


FIG. 5. Schéma du pous veineux chez le chien (d'après Gottwalt, fig. V).

Gottwalt admet que la pulsation ABC correspond à la systole de l'oreillette, la portion BCD à la systole du ventricule, et la portion DFHA' à la pause cardiaque. Cette coïncidence admise par Gottwalt est purement hypothétique, et est basée unique-

ment sur le fait que Gottwalt entend le second bruit du cœur au moment de l'inscription du point D de la courbe. Or, on sait à combien d'erreurs on est exposé, lorsqu'on cherche à établir la coïncidence entre les moments où se produisent les bruits du cœur, et ceux où s'inscrivent les différentes inflexions des tracés cardiographiques. Chaque expérimentateur arrive à un résultat personnel différent. Gottwalt aurait dû enregistrer, simultanément avec le pouls veineux, soit le tracé du cœur, soit celui de l'artère.

La coïncidence admise par Gottwalt entre les inflexions de ses tracés veineux et les phases d'une révolution cardiaque, manque de base expérimentale. Aussi ne le suivrai-je pas dans les hypothèses qu'il émet pour expliquer les quatre ondulations B, D, F, H.

François Franck a étudié le pouls veineux chez l'homme et a eu fréquemment recours aux expériences sur les animaux, pour contrôler et vérifier l'interprétation qu'il propose. Je reproduis ici le schéma qu'il a donné des rapports du pouls jugulaire normal avec les différents actes d'une révolution cardiaque. François Franck admet dans le graphique de la pulsation jugulaire, les détails suivants :

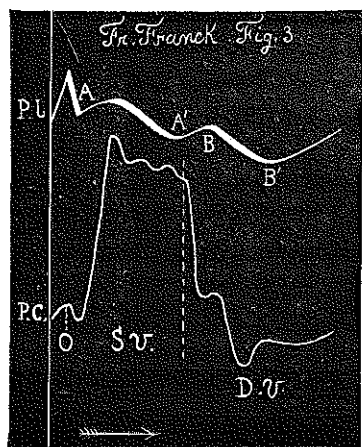


FIG. 6. Schéma des rapports du pouls jugulaire normal (P. J.) avec les différents actes d'une révolution cardiaque complète. — En même temps que la systole de l'oreillette O, un premier soulèvement se produit. Le premier affaissement commence avec la diastole de l'oreillette et dure de A en A', sauf une légère interruption. Un second soulèvement A' survient à la fin de la systole ventriculaire S. V. et est suivi d'un second affaissement BB', en rapport avec le début de la diastole ventriculaire D. v. (D'après Fr. Franck, fig. 3.)



1° Le pouls veineux jugulaire normal présente un soulèvement et un affaissement brusques au début de la courbe totale; ces deux accidents initiaux sont en rapport avec la systole et la diastole de l'oreillette droite. Pendant la systole de l'oreillette, le sang contenu dans cette cavité est projeté dans le ventricule d'une part, et produit, d'autre part, un léger reflux dans les gros troncs veineux situés dans le voisinage immédiat de l'oreillette. Ce reflux ne se propage pas dans les veines jugulaires, mais il suffit à y arrêter ou tout au moins à y ralentir brusquement le cours du sang, d'où le soulèvement des parois de la veine.

2° A la suite de ce premier soulèvement, les jugulaires présentent un affaissement brusque (A); c'est le pouls négatif qui coïncide avec la diastole auriculaire (Weyrich, Potain). Les parois de l'oreillette, après s'être resserrées et avoir expulsé la plus grande partie du sang de la cavité auriculaire, se relâchent brusquement et permettent ainsi l'afflux rapide d'une nouvelle quantité de sang; ce liquide, maintenu aux abords de l'oreillette pendant la systole auriculaire précédente, s'étant accumulé dans les réservoirs veineux voisins où il a acquis une certaine pression, ne peut, en effet, que se précipiter dans la cavité à parois flasques qui s'ouvre devant lui. L'affaissement des veines du cou résulte donc de la rapidité avec laquelle tout le système se décharge dans l'oreillette, une dépression se trouvant créée par le fait du déversement brusque du sang dans l'oreillette.

3° La systole ventriculaire qui survient immédiatement après celle de l'oreillette, a pour effet de lancer hors de la poitrine une onnée artérielle d'un volume notable, d'où augmentation de l'aspiration thoracique (tant que la poitrine est close). Ceci nous explique l'affaissement progressif des jugulaires qui se montre pendant toute la durée de la systole (de A en A').

4° Au début de la contraction du ventricule, il y a cependant un soulèvement peu marqué de la veine. Il correspond sans doute à l'ébranlement dû à la fermeture des valvules atrio-ventriculaires droites.

5° Un troisième soulèvement survient à la fin de la systole ventriculaire. François Franck l'attribue à l'ébranlement pro-

venant du déplacement brusque de la base du cœur (qui s'affaisse et retombe pour ainsi dire par son poids [?]), et en partie aussi de la clôture des valvules sigmoïdes.

6° Immédiatement après ce petit soulèvement, se produit une nouvelle dépression du tracé veineux, coïncidant avec le relâchement du ventricule droit, et la chute brusque dans ce ventricule du sang qui s'est accumulé dans les voies afférentes pendant les périodes précédentes (flot de l'oreillette de Chauveau et Marey), de B en B'.

7° Cette deuxième dépression des veines du cou ne dure qu'un temps assez court, du reste, ce qui s'explique aisément par le fait de la réplétion croissante de tout le système : pendant la diastole ventriculaire, en effet, le sang veineux continue à affluer vers le cœur ; mais il trouve de moins en moins à se loger dans les cavités ventriculaire, auriculaire et veineuse. La réplétion graduelle de ces organes s'accuse sur les jugulaires par le soulèvement progressif, qui marque la fin de la pulsation veineuse du cou.

Tout s'enchaîne avec une logique admirable dans cette description du tracé veineux et dans l'interprétation des détails de ce tracé. Malheureusement les tracés et les expériences de François Franck ne correspondent pas entièrement au schéma. Je reproduis ici, à titre d'exemple, la figure 7.

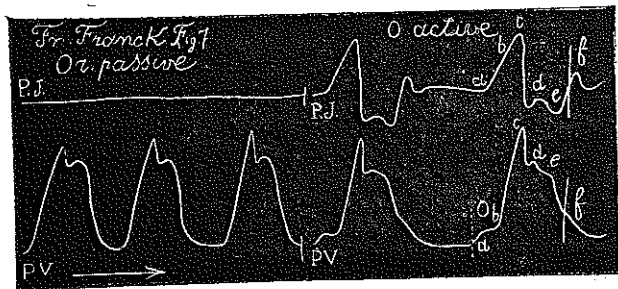


FIG. 7, reproduisant la figure 7 de Fr. Franck, sauf les lettres *a, b, c, d, e, f*, qui ont été ajoutées.

L'oreillette étant passivement distendue (inertie passagère à la suite d'une compression exercée à sa base), le pouls jugulaire P. J. est nul. Quand l'oreillette reprend ses battements, le pouls jugulaire réparaît : on retrouve dans les courbes de pulsations ventriculaires P. V., la trace des systoles auriculaires *o* qui faisait défaut dans la période précédente.

Il est facile de constater sur la partie droite de la figure, en utilisant les repères des deux tracés, que le début *c* de la pulsation négative (A du schéma fig. 6) de la veine coïncide, non avec le relâchement auriculaire, comme le veut la théorie de François Franck, mais tombe en pleine systole ventriculaire, alors que les oreillettes sont relâchées depuis plusieurs centièmes de seconde et que les ventricules ont déjà atteint leur maximum de pression.

La partie gauche de la figure nous montre la suppression de tous les détails du pouls veineux dès que l'on provoque l'inertie des oreillettes, les ventricules continuant à battre. Or, d'après la théorie de François Franck, nous aurions dû nous attendre ici à la suppression pure et simple de la pulsation veineuse (A du schéma), due à la systole de l'oreillette; les dépressions et les deux saillies qui dépendent des pulsations du ventricule devraient continuer à se produire. Si le tracé gauche de la figure 7 devait être pris en considération, il faudrait admettre que toutes les inflexions du pouls veineux dépendent de la systole et de la diastole de l'oreillette, et que les mouvements du ventricule ne l'influencent en aucune façon — conclusion contraire aux faits et contraire à la théorie de François Franck.

Tous ceux qui ont cherché à inscrire le tracé du pouls veineux chez le chien ont eu à lutter contre des difficultés techniques provenant du peu de force de la pulsation veineuse. Sur beaucoup d'animaux, on n'obtient de tracés convenables qu'à la phase d'expiration, le pouls disparaissant ou ne s'inscrivant pas à la phase d'inspiration. Le tracé ventriculaire de la figure 7 de François Franck montre clairement que la partie droite de la figure a été prise à la phase d'expiration (pulsations espacées), et la moitié gauche à la phase d'inspiration, ou tout au moins à un moment où les pulsations étaient accélérées. La suppression du pouls veineux dans la moitié gauche de la figure est due probablement à l'accélération des battements du cœur et aux difficultés de l'inscription, et ne saurait être attribuée à la cessation des pulsations auriculaires — en vertu même de la théorie de François Franck. La coïncidence est ici fortuite, et ne correspond nullement à une relation de cause à effet.

---

Comme on l'a vu par l'exposé historique qui précède, les quelques auteurs qui se sont occupés du pouls veineux sont en désaccord :

1° Sur la description du tracé de la pulsation jugulaire. Ce tracé ne comprend, pour Mosso, qu'une pulsation négative; Potain, Friedreich, Riegel, Marey, admettent une pulsation négative profonde alternant avec deux pulsations positives; pour François Franck, il y a une forte pulsation positive suivie d'un affaissement interrompu par deux petits soulèvements; enfin Gottwalt décrit quatre ondulations positives, une forte et trois petites.

2° Sur la coïncidence des principaux accidents du pouls jugulaire avec les phases de la pulsation cardiaque.

Ainsi le pouls négatif, correspondant à la principale dépression du tracé jugulaire qui se retrouve sur la plupart des tracés publiés, coïncide, pour Potain, Marey, François Franck, Gottwalt, avec le relâchement de l'oreillette, tandis que pour Friedreich et Mosso il tombe en pleine systole ventriculaire. La saillie du tracé qui précède cette dépression correspond, pour les uns, au début de la systole ventriculaire, pour les autres, à la systole de l'oreillette.

3° Sur l'interprétation à donner à ces tracés. Chez la plupart des auteurs, l'interprétation est incomplète. Le seul qui ait donné du pouls veineux une explication complète et logique, François Franck, est malheureusement en contradiction avec certains graphiques de ses propres expériences.

Il était donc intéressant de reprendre cette étude.

## § II. — *Technique.*

Inscription des pulsations de la jugulaire droite, du tronc innommé ou de la veine cave supérieure, au moyen d'un explorateur Verdin, chez le chien anesthésié.  
Inscription simultanée du choc du cœur (explorateur de Marey) et de la pulsation carotidienne (sphygmoscope muni d'une canule en T).

Mes expériences ont été faites sur de grands chiens anesthésiés par le chloroforme et la morphine, couchés sur le dos

ou sur le côté dans la gouttière d'opération. La veine jugulaire externe droite était mise à nu à la région inférieure du cou et isolée jusqu'à l'entrée de la poitrine, à l'endroit où elle se réunit à la veine axillaire. A cet effet, il est utile de diviser en travers, au moyen du thermocantère, la partie antérieure des muscles pectoraux. Les pulsations de la jugulaire, ou celles du tronc veineux résultant de l'union de la jugulaire avec l'axillaire, recueillies au moyen d'un explorateur Verdin, sont transmises à un petit tambour à levier très sensible (modèle Rothe de Prague), qui écrit avec un minimum de frottement sur le papier légèrement enfumé du grand kymographe de Hering. En regard du pouls veineux, on inscrit simultanément le tracé du pouls carotidien recueilli au moyen d'un sphygmoscope de Marey, ou celui du choc extérieur du cœur au moyen de l'explorateur (cardiographe) de Marey. La vitesse de l'appareil est contrôlée au moyen d'une horloge inscrivant les secondes. On arrête fréquemment la marche du papier enfumé, de manière à permettre à x différentes plumes d'inscrire des lignes de repère. Pendant ces arrêts, le mouvement propulseur continue à marcher et conserve toute sa vitesse. Immédiatement après l'arrêt, le papier repart avec la même vitesse uniforme.

L'explorateur Verdin présente une plaque métallique que l'on glisse sous la veine. La plaque porte, à sa face supérieure, une demi-gouttière fixe sur laquelle se place la veine. Une demi-gouttière mobile vient recouvrir la veine et communiquer ses battements, par l'intermédiaire d'une petite tige verticale, à la membrane en caoutchouc mince d'un petit tambour à air très sensible. Le tambour à air peut être fixé à la hauteur voulue au-dessus de la veine ; il est mobile le long d'une petite tige métallique : le tambour à air est relié à un tambour à levier.

Le sphygmoscope dont je me sers, et dont la figure 8 représente un croquis en demi-grandeur naturelle, rappelle l'instrument imaginé par Marey. La modification consiste dans l'adjonction d'un tube de lavage  $t$ , et dans l'emploi d'une canule artérielle en forme de  $\perp$ . Le tube  $t$  et les branches

latérales de la canule en croix sont fermés au moyen de tubes de caoutchouc et de pinces à pression (ou pendant les expériences, au moyen de baguettes de verre). Elles permettent l'enlèvement des caillots sanguins qui se forment presque toujours au cours d'une opération prolongée, et facilitent le lavage de l'intérieur de l'appareil.

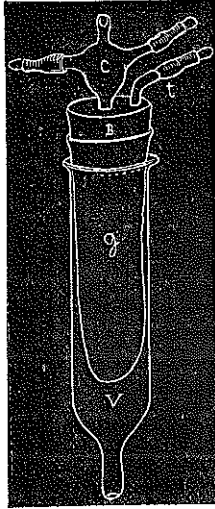


FIG. 8. Modèle de manomètre élastique (sphygmoscope de Marey) employé à l'Institut de physiologie de l'Université de Liège.

V, tube de verre communiquant par sa partie inférieure, effilée, avec un tambour à levier; g, doigt de gant en caoutchouc; B, bouchon de caoutchouc, percé de deux trous, pour le passage de la canule artérielle, c, (canule en +) et du tube de lavage, t.

Enfin, en ce qui concerne l'inscription du choc du cœur, il suffit en général d'incliner l'animal et la gouttière qui le supporte, du côté gauche (de l'animal) pour amener un contact intime entre la surface antérieure du cœur et la paroi thoracique. On cherche l'endroit où l'ébranlement de cette paroi est le plus marqué, et on y applique exactement le bouton du cardiographe.

Il est nécessaire d'étudier les modifications que peut faire subir au pouls veineux l'opération de l'ouverture de la poitrine, de manière à faire la part du mouvement cardio-pneumatique. Si l'on veut simplement faire communiquer la poitrine avec l'extérieur, on pratiquera l'ouverture du côté du diaphragme. On divise au moyen du thermocautère les téguments abdominaux

sur la ligne blanche à partir de l'appendice xyphoïde, de manière à ouvrir largement le ventre. On écarte le foie, l'estomac et les intestins. On met aussi à nu la face inférieure du diaphragme, que l'on déchire largement au moyen des doigts. La plaie est maintenue béante par un aide. On doit, dans ce cas, entretenir la respiration artificielle au moyen d'un appareil approprié (soufflet mû par un moteur à eau) et d'une canule fixée dans la trachée.

Enfin, il peut être intéressant de recueillir le pouls des veines intra-thoraciques, notamment de la veine cave supérieure, et d'étudier l'influence que la suppression des battements de l'oreillette exerce sur les pulsations des jugulaires ou de la veine cave. Il est nécessaire alors d'ouvrir la poitrine par sa face sternale ou costo-sternale. Je me suis servi pour cette opération tantôt du procédé que j'ai décrit (*Bulletins Acad.*, 3<sup>e</sup> série, t. IX, p. 111, 1885 et *Trav. lab.*, I, p. 55, 1885-86), et qui consiste à réséquer une partie du plastron sternal, y compris deux paires de côtes sternales, tantôt du procédé de Baxt. Dans le procédé de Baxt, le sternum est fendu en long exactement sur la ligne médiane, les côtes restant intactes. Les deux moitiés du sternum sont fortement écartées par un aide : l'intervalle qu'elles laissent entre elles permet d'atteindre le cœur et les gros vaisseaux qui en partent. L'explorateur veineux est appliqué sur la veine cave supérieure ou sur un autre vaisseau ; et l'on peut à volonté arrêter les battements de l'oreillette au moyen du courant électrique. (Chocs d'induction fournis par la bobine secondaire du chariot de du Bois-Reymond.)

### § III. — *Identité du pouls de la jugulaire et du pouls de l'oreillette droite.*

On retrouve sur le tracé du pouls veineux, le reflet des variations de pression intra-auriculaire, révélées par le tracé cardiographique de l'oreillette. On y trouve comme dans les tracés auriculaires, les inflexions suivantes :

- 1<sup>o</sup> Une ondulation positive *ab*, coïncidant avec la systole de l'oreillette ;
- 2<sup>o</sup> Une seconde ondulation positive *bc*, coïncidant avec le début de la systole du ventricule et avec la projection du côté de l'oreillette des valvules auriculo-ventriculaires ;

- 3° Une pulsation négative très marquée, *cde* (pouls négatif de la jugulaire), correspondant à la projection de l'ondée ventriculaire dans l'aorte et dans l'artère pulmonaire et due principalement à l'abaissement de la cloison auriculo-ventriculaire vers la pointe du cœur, et au recul balistique de cet organe.
- 4° Une saillie *f*, correspondant à la fin de la systole ventriculaire et au retour de la cloison auriculo-ventriculaire vers sa position de repos (relèvement);
- 5° Une onde négative *fa*, due à la propagation vers l'oreillette et la veine, du vide ventriculaire post-systolique.

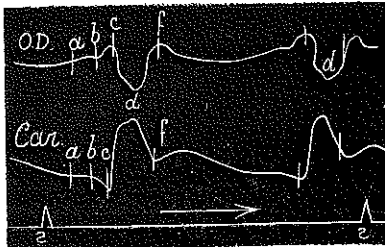
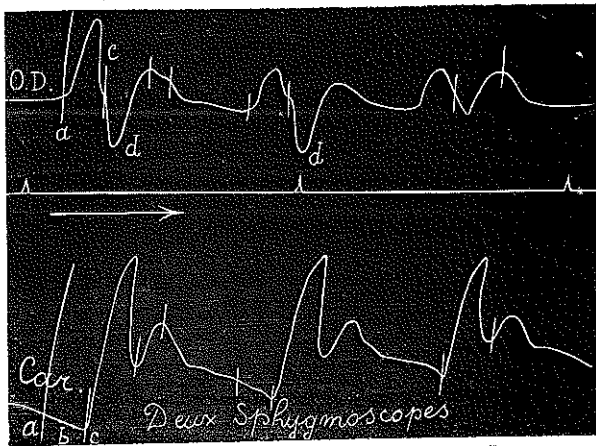
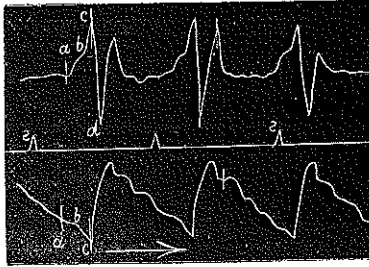
Les veines qui aboutissent à l'oreillette droite sont des tubes élastiques inertes, incapables d'intervenir activement dans les pulsations qui leur sont transmises par l'oreillette droite. De plus, elles sont en communication large et permanente avec cette oreillette pendant toutes les phases de la pulsation du cœur, tandis que les artères ne communiquent avec les ventricules que pendant une partie de la systole ventriculaire. *A priori*, on doit s'attendre à retrouver sur le tracé de la pulsation veineuse, le reflet des moindres variations de pression intra-auriculaire révélées par le tracé cardiographique de l'oreillette. L'expérience a pleinement confirmé ces vues théoriques. Les tracés de pulsation de la veine cave supérieure, ceux de la jugulaire que j'ai recueillis, sont la reproduction exacte des tracés auriculaires et doivent être interprétés comme ces derniers.

J'ai montré dans un chapitre précédent (*La pulsation du cœur chez le chien*. Travaux du laboratoire, vol. II, p. 113, 1887-88) que la pulsation auriculaire avait été incomplètement étudiée par la plupart des physiologistes, qui n'ont tenu compte que du soulèvement initial du tracé auriculaire, soulèvement coïncidant avec la systole de l'oreillette. Les autres inflexions du tracé auriculaire ont, malgré leur importance, passé inaperçues. Seuls Chauveau et son élève Lefèvre en avaient donné une description exacte et complète.

Je suis obligé, au risque de me répéter, de reproduire ici les graphiques de pulsations auriculaires recueillis par moi chez le chien, et d'indiquer sommairement l'interprétation à laquelle je me suis arrêté après de nombreuses expériences. Les tracés 9-13 représentent les variations de pression recueillies simultanément au moyen de deux sphygmoscopes dans les oreillettes



droite et gauche et dans une artère, alors que les battements de l'oreillette s'effectuaient normalement. Les figures 14 et 15 correspondent à des expériences où l'influence des battements de l'oreillette a été éliminée (inertie de l'oreillette provoquée par excitation électrique de leur paroi).



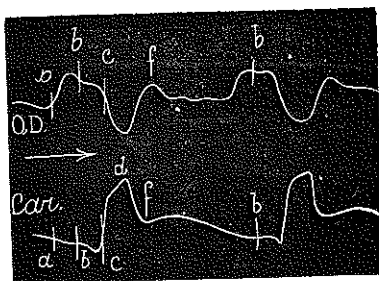


FIG. 9, 10, 11 et 12. Tracés de la pression pris simultanément dans l'oreillette droite (ligne supérieure O. D.) et dans la carotide (ligne inférieure Car.), au moyen de deux sphygmoscopes, chez des chiens morphinés à poitrine ouverte.

*ab*, systole de l'oreillette; *bc*, début de la systole ventriculaire; *c*, pénétration du sang dans le système artériel; de *s* en *s*, tracé de l'horloge à secondes.

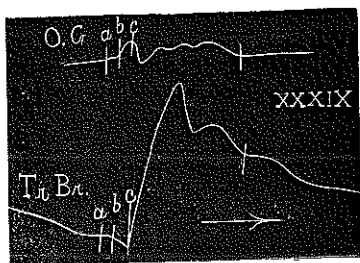


FIG. 13. Tracés de la pression pris simultanément dans l'oreillette gauche (O. G.) et dans le tronc commun brachio-céphalique (Tr. Br.), au moyen de deux sphygmoscopes, chez un chien morphiné à poitrine ouverte.

*ab*, systole de l'oreillette; *bc*, début de la systole du ventricule.

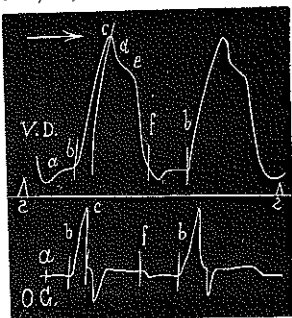


FIG. 14. Tracés de la pression pris simultanément dans le ventricule droit (V. D.), et dans l'oreillette gauche (O. G.), au moyen de deux sphygmoscopes.

Délire passager des oreillettes.

*bcdef*, systole du ventricule. *ss* horloge à secondes.

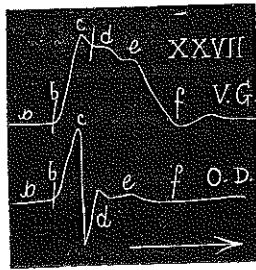


FIG. 13. Tracés de la pression pris simultanément dans le ventricule gauche (V. G.) et dans l'oreillette droite (O. D.), au moyen de deux sphygmoscopes.  
 Délire passager des oreillettes.  
*bcdef*, systole du ventricule.

Malgré leur diversité apparente, ces tracés se ramènent tous à un type commun, dans lequel on distingue les détails suivants :

- 1° Une ondulation positive *ab*, correspondant à la systole des oreillettes, et disparaissant quand on supprime cette dernière (en produisant le délire des oreillettes). Comparer les fig. 9-13 avec les fig. 14-15 ;
- 2° Une ondulation positive *bc*, correspondant au début de la systole ventriculaire et à la projection brusque du côté de l'oreillette, des valvules auriculo-ventriculaires. Cette ondulation ainsi que les suivantes se montrent encore après suppression de la systole auriculaire. Elles dépendent donc de phénomènes autres que la systole auriculaire. L'ondulation *ab* peut être séparée par un léger creux de l'ondulation *bc* ; d'autres fois ces deux saillies se confondent, l'une passant insensiblement à l'autre ;
- 3° Une onde négative très marquée *cde*, représentant un vrai pouls négatif et correspondant au reste du temps de la systole ventriculaire, c'est-à-dire à la projection de l'ondée ventriculaire dans l'aorte et dans l'artère pulmonaire. Cette onde négative est due à l'agrandissement brusque de l'oreillette et à l'abaissement de la cloison auriculo-ventriculaire qui se montre au moment où les ventricules se contractent et dé-

chargent leur contenu dans les grosses artères (recul balistique des ventricules); elle conserve ses caractères après l'ouverture de la poitrine. Enfin, elle peut présenter des dentelures correspondant aux saccades de la systole ventriculaire.

La cloison auriculo-ventriculaire, qui s'était brusquement abaissée pendant la systole ventriculaire, remonte immédiatement après cette systole, d'où diminution de volume de l'oreillette et relèvement vers *f* de la ligne de pression intra-auriculaire;

4° Une onde négative séparée de l'onde *cde* par la portion convexe *f* dont il vient d'être question. Cette onde négative est due à la propagation à l'oreillette du vide ventriculaire post-systolique, et à la déplétion auriculaire qui en est la conséquence (flot de l'oreillette de Marey).

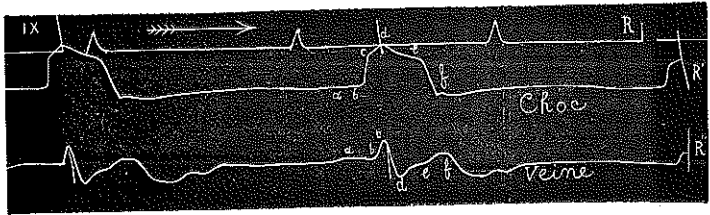


FIG. 16. Tracé du choc du cœur (choc) et pouls veineux (veine), recueillis simultanément sur un grand chien morphiné. Horloge à secondes. Les repères à la fin du tracé, à droite, sont pris en arrêtant l'appareil enregistreur.

*ab*, systole auriculaire; *bc*, début de la systole ventriculaire et projection vers l'oreillette des valvules auriculo-ventriculaires; *cde*, pénétration du sang dans l'aorte et dans l'artère pulmonaire; *f*, fin de la systole ventriculaire.

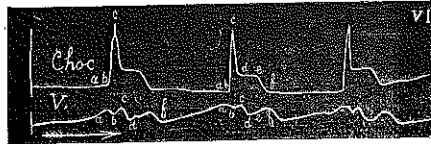


FIG. 17. Choc du cœur et pouls veineux de la jugulaire. Même explication des lettres qu'à la fig. 46.

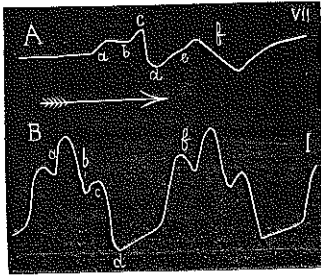


FIG. 18, A et B. Deux formes assez fréquentes de pouls de la jugulaire chez le chien. Même explication des lettres qu'à la figure 16.

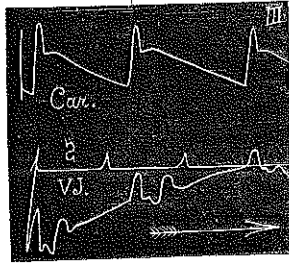


FIG. 19. Pouls carotidien (*Car.*) et pouls de la veine jugulaire (*V. J.*) recueillis chez le chien ; S, secondes.

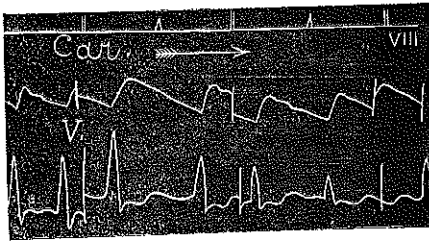


FIG. 20. Pouls carotidien (*Car.*) et pouls de la veine (*V*), recueillis chez le chien horloge à secondes.

Les repères sont, comme pour les autres figures, pris en arrêtant momentanément la marche du papier de l'appareil enregistreur, le mouvement propulseur conservant sa vitesse uniforme (appareil de Hering).

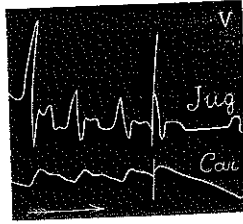


FIG. 21. Pouls de la jugulaire (*Jug.*) et pouls carotidien (*Car.*), recueillis simultanément chez le chien (expiration).

Nous retrouvons dans les tracés de la veine jugulaire (voir fig. 16 à 21), mais surtout dans ceux de la veine cave supérieure, les mêmes inflexions que présentent les tracés auriculaires. Nous y distinguons pareillement :

1° Une ondulation positive *ab*, correspondant à la systole des oreillettes, et disparaissant quand on supprime cette dernière ;

2° Une ondulation positive *bc*, correspondant au début de la systole ventriculaire et due à la projection brusque du côté de l'oreillette des valvules auriculo-ventriculaires. Ce mouvement de projection est réel, et peut être constaté directement par le doigt introduit par l'auricule droite jusque dans l'oreillette (grand chien à poitrine ouverte) ;

L'importance relative de ces deux ondulations positives est des plus variables. Elles sont souvent séparées par un petit creux négatif ; d'autres fois, elles se confondent en une seule ondulation positive élargie supérieurement ;

3° Une onde négative très marquée *cde*, représentant un vrai pouls négatif et coïncidant avec la projection de l'onde ventriculaire dans l'aorte. La portion descendante de cette onde s'inscrit au moment où le sphygmoscope carotidien trace la ligne ascendante de la pulsation artérielle principale. Elle coïncide à l'origine du système veineux avec la pénétration du sang dans les artères pulmonaire et aorte (1) ;

(1) Le pouls veineux semble se propager avec une vitesse un peu plus faible que le pouls artériel. Mais comme, dans mes expériences, l'explorateur veineux est placé

L'explication est la même que pour l'onde négative de l'oreillette (abaissement de la cloison aurico-ventriculaire et recul balistique du cœur). Ici aussi l'onde négative peut montrer de petites dentelures correspondant aux saccades de la systole ventriculaire. Le mouvement cardio-pneumatique doit théoriquement concourir à la production de l'onde négative *cde* : cependant, son importance doit être faible, puisque l'ouverture du thorax n'influe guère sur la forme du pouls veineux ;

4° Dès que le ventricule a cessé de se contracter, la cloison auriculo-ventriculaire se relève, l'oreillette diminue brusquement de volume, d'où augmentation de pression dans son intérieur et inscription de la saillie *f* ;

5° Mais cette augmentation de pression est des plus fugitives. En effet, dès que le ventricule s'est relâché, il s'y développe une pression négative (vide post-systolique) qui a pour effet d'aspirer le sang de l'oreillette vers le ventricule, d'où l'onde négative qui suit la saillie *f* sur le tracé de l'oreillette et de la veine.

Ces différentes inflexions ne s'observent complètement qu'à la phase d'expiration, alors que les pulsations cardiaques sont suffisamment lentes pour ne pas empiéter les unes sur les autres. Si les pulsations sont rapides, elles se suivent sans intervalle, l'oreillette se contractant presque en même temps que le ventricule se relâche. Il peut en résulter une simplification du tracé de l'oreillette et de la veine. En effet, alors la saillie *f* correspondant au relâchement ventriculaire d'une pulsation se confond plus ou moins avec la saillie *ab* correspondant au début, c'est-à-dire à la systole auriculaire, de la pulsation suivante. Le tracé prend alors l'aspect du pouls veineux décrit par Friedreich et Riegel.

---

plus près du cœur que le sphygmoscope artériel, et que d'ailleurs, dans les deux inscriptions, la distance entre le cœur et les instruments explorateurs est assez petite, on peut admettre que le retard de la pulsation artérielle et celui de la pulsation veineuse sur la pulsation du cœur, sont approximativement les mêmes et présentent une durée très faible (1 à 2 centièmes de seconde).

---