

**Recherches sur la respiration
et la circulation. (Troisième Article). —
Exploration des battements
du cœur par la sonde œsophagienne,**

PAR

LÉON FREDERICQ,

Professeur à l'Université de Liège.

(Expériences faites au laboratoire de physiologie de l'Université de Liège,
avec l'aide de Mr Legros, préparateur).

§ I. — INTRODUCTION. — Dans plusieurs de mes précédentes recherches, je me suis servi de la *sonde œsophagienne* comme moyen d'explorer chez le chien la pression intrathoracique, et d'obtenir un tracé graphique des variations respiratoires de cette pression(1). La sonde que l'on introduit par l'œsophage dans la poitrine, doit être munie à son extrémité d'une ampoule de caoutchouc en forme de doigt de gant, soutenue au besoin par une carcasse en fil métallique. D'autre part le bout ouvert de la sonde est relié à un tambour à levier de Marey. La plume du tambour descend à l'inspiration, pour remonter à l'expiration, et décrit ainsi sur le cylindre

(1) C'est Luciani, je crois, qui le premier a utilisé la sonde œsophagienne comme moyen d'enregistrer la respiration.

enregistreur de larges ondulations correspondant aux mouvements respiratoires de l'animal. On distingue ordinairement, à côté de ces ondulations respiratoires et superposées à celles-ci, de petites inflexions saccadées, plus nombreuses que les premières et correspondant aux pulsations cardiaques.

A différentes reprises, j'avais été frappé de la forme singulière du tracé de la pulsation cardiaque explorée de cette façon. A première vue, je ne parvenais à l'identifier ni avec le tracé du choc du cœur inscrit par le cardiographe, ni avec celui de la pulsation artérielle fourni par l'aorte, ou par les artères voisines de l'aorte. Les recherches que je publie aujourd'hui, ont pour but d'établir le synchronisme exact des différents éléments de ces singuliers graphiques œsophagiens, avec le tracé du cœur et avec celui des artères.

Mais avant d'aborder le sujet spécial de ce travail, il faut au préalable déterminer d'une façon précise chez le chien, les rapports de temps entre la systole ventriculaire et la pulsation artérielle. Dans leurs mémorables expériences pratiquées sur le cœur et les gros vaisseaux du cheval, Marey et Chauveau semblaient avoir fixé la science à ce sujet. Dans ces derniers temps, la doctrine classique du retard de la pulsation aortique sur celle du ventricule a été remise en question, ainsi que celle du dicrotisme artériel. Le sujet demande donc de nouvelles recherches.

CHAPITRE I^{er}.

RAPPORTS DE LA SYSTOLE VENTRICULAIRE ET DE LA PULSATION ARTÉRIELLE.

§ II. — *Retard de la pénétration du sang dans l'aorte sur le début de la systole ventriculaire.* — Dans tous les graphiques publiés par Chauveau et Marey, et concernant leurs recherches de cardiographie exécutées sur le cheval, le début de la pulsation aortique retarde sur le début de la pulsation ventriculaire. La systole du ventricule n'atteint donc pas dès son début une force suffisante pour soulever les valvules sigmoïdes de l'aorte. " *Ce retard, qui.... est sensiblement égal* " *à un dixième de seconde, est employé par le ventricule à* " *atteindre le degré de pression intérieure suffisant pour vaincre* " *la pression du sang dans l'aorte.* " (Marey. *La Circulation du sang*, p. 118, 1881.)

L'existence de ce retard a été contesté formellement par Baxt (1) et implicitement par Grunmach (2) et par Talma (3).

Baxt inscrit chez le chien la pulsation artérielle au moyen du manomètre de Fick. Le cœur a été mis à nu par la division du sternum sur la ligne médiane; une tige de bois verticale repose directement sur le ventricule et trace sur le cylindre enregistreur la courbe de la systole ventriculaire, immédiatement au-dessus de celle de la pression artérielle.

(1) N. BAXT. *Die Verkürzung der Systolenzeit durch den Nervus accelerans cordis.* Arch. f. Anat. u. Physiol. *Physiologische Abtheilung*, 1878, p. 122-156, 4 fig. (Aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig.)

(2) EMIL GRUNMACH. *Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswellen.* Arch. f. Anat. u. Physiol. *Physiologische Abtheilung*, 1879, p. 417-454, (Aus dem physiologischen Institute zu Berlin).

(3) S. TALMA. *Beitrag zur Kenntniss des Pulses und des Herzstosses.* Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XXXVII, 1885, p. 607-617, une planche.

Baxt (1) figure un tracé sur lequel on constate que l'ascension de la pression artérielle débute presque en même temps que celle de la tige soulevée par la contraction ventriculaire : les deux courbes atteignent leur maximum de hauteur à peu près simultanément, puis la pression artérielle baisse rapidement, tandis que la tige du ventricule se maintient pendant une fraction de seconde à sa hauteur primitive. Les valvules semi-lunaires ont donc dû s'ouvrir dès le début de la systole du ventricule.

Grummach calcule (chez le chien et chez l'homme) la vitesse de propagation de l'onde du pouls en mesurant l'intervalle de temps qui sépare le début du choc du cœur avec le début du pouls d'une artère périphérique, et en le comparant avec la distance du cœur à l'artère considérée : il suppose donc, à tort, que le début de la systole ventriculaire coïncide avec le début de l'onde pulsatile aortique. Aussi trouve-t-il des valeurs trop fortes pour le retard du pouls périphérique sur le pouls aortique, et par conséquent des vitesses de propagation du pouls beaucoup trop faibles (3.6 à 6.6 mètres par seconde).

Talma (2) dans un mémoire récent compare le tracé de l'artère crurale (inscrit au moyen de son *tonomètre*) avec le tracé du ventricule droit (inscrit au moyen d'une sonde cardiographique). Il superpose les deux tracés par la pensée, identifiant la ligne d'ascension du graphique ventriculaire avec la ligne d'ascension du pouls crural. Ce raisonnement implique nécessairement la négation du retard du pouls aortique sur le début de la systole ventriculaire.

(1) BAXT. *Loco citato*, fig. 3 et p. 128 : « An dieser Figur erkennt man » dass nahezu gleichzeitig mit dem Aufsteigen des Herzstäbchens auch » dasjenige des Blutdruckes beginnt und dass dieser letztere seine maximale Höhe erreichte ziemlich in demselben Momente, wenn das Stäbchen » seine grösste Excursion vollendete. Jenseits dieses Abschnittes sinkt der » arterielle Druck rasch und bedeutend herab, während der Stab noch einige » Bruchtheile einer Secunde auf der früheren Höhe verharrt. Es müssen » also schon mit dem Beginne der Systole die halbmondförmige Klappen » geöffnet werden. »

(2) S. TALMA. (Utrecht.) *Archiv. f. d. ges. Physiologie*, 1885, XXXVII, p. 607-617.

En présence de cette contradiction formelle entre les résultats obtenus par Marey et Chauveau sur le cheval et par Baxt, Grummach et Talma sur le chien, il devenait intéressant de reprendre à nouveau cette question.

Mes expériences ont toutes été faites sur le chien anesthésié par le chloroforme et la morphine. Le tracé artériel est fourni par un sphygmoscope de Marey, fixé dans la carotide gauche, aussi près que possible de son point d'origine.

Le tracé du ventricule est pris dans le cœur droit au moyen d'une sonde cardiographique reliée à un tambour à levier. La sonde est introduite par la veine jugulaire externe droite. C'est un tube droit en laiton, de 5.5^{mm} de diamètre, présentant près de son extrémité fermée et mousse, trois fenêtres longitudinales, longues de 11^{mm}, larges de 3.5^{mm}. Un morceau de veine jugulaire provenant d'un autre chien, est lié sur l'extrémité de la sonde, de manière à recouvrir complètement les fenêtres, et à empêcher le sang de pénétrer dans l'intérieur de la sonde.

La figure 1 représente un tracé de systole ventriculaire obtenu au moyen de cet appareil. Le temps est inscrit en regard en centièmes de seconde. (On ne les a figurés que de 5 en 5).

La systole du ventricule de (*V* en *V'*) dure un peu moins d'un quart de seconde (0.23 seconde).

Elle présente une période d'ascension extrêmement brusque (dont la durée atteint à peine 0,04 de seconde) et un sommet à trois dentelures; puis la courbe redescend assez rapidement et montre une petite inflexion *d* que tous les physiolo-

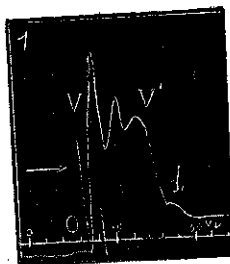


Fig. 1. — Tracé de la systole du ventricule droit (chien) inscrit au moyen de la sonde cardiographique.

O, Systole de l'oreillette;
VV', Systole ventriculaire;
d, Ondulation due à la fermeture des valvules sigmoïdes.
 Diapason de 100 vibrations doubles (reproduites de 5 en 5).

gistes sont d'accord pour attribuer à la fermeture des valvules sigmoïdes de l'aorte. Les dentelures du sommet peuvent manquer (voir fig. 2). La durée de 0,25 de seconde trouvée par Baxt (dont 0,036 pour la période d'ascension) diffère peu de celle que j'indique pour la systole du ventricule chez le chien.

La figure 2 reproduit les tracés simultanés de la pression dans le ventricule droit et dans la carotide gauche. Le début de la contraction du ventricule précède de 8 à 9 centièmes de seconde le début de la pulsation artérielle.

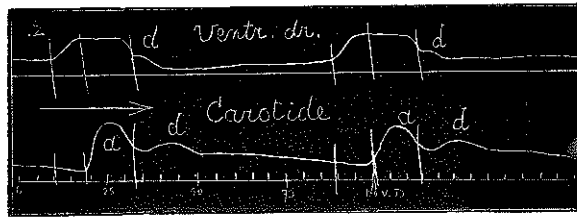


FIG. 2. — Tracés simultanés de la pression dans le ventricule droit (sonde cardiographique) et dans la carotide gauche (sphygmoscope de Marey).

Ligne supérieure : d, clôture des valvules sigmoïdes.

Ligne inférieure : a, plateau systolique de la pulsation artérielle ; d, dicrotisme ou rebondissement du pouls.

100 vibrations doubles par seconde (marquées de 5 en 5).

Les repères des deux courbes permettent d'établir rigoureusement le synchronisme de leurs éléments.

J'admets ici tacitement avec tous les physiologistes qui se sont occupés de cette question, que la systole du ventricule gauche est absolument synchronisée avec celle du ventricule droit. Il n'était pas mauvais de vérifier directement le fait.

J'aurais pu chercher à introduire par la carotide droite et l'aorte, une sonde cardiographique dans le ventricule gauche. J'ai trouvé plus facile d'ouvrir la poitrine de l'animal et d'appliquer directement sur le ventricule gauche l'explorateur à coquille de Marey relié à un tambour à levier. Les graphiques obtenus ainsi sont en tout semblables à ceux fournis par

la sonde cardiographique du ventricule droit : ascension brusque de la courbe, sommet large, tricuspide, durée un peu inférieure à un quart de seconde (voir fig. 3).

Ici aussi le début de la pulsation carotidienne retarde de 8 à 9 centièmes de seconde sur celui de la pulsation ventriculaire.

Une partie de ce retard appartient évidemment au trans-

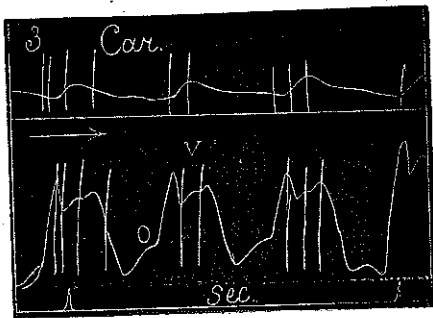


FIG. 3. — Tracés simultanés de la pression artérielle dans la carotide gauche, explorée au moyen du sphygmoscope de Marey (ligne supérieure); et de la systole du ventricule gauche, obtenu au moyen de l'explorateur à coquille appliqué directement sur le cœur.
O, Systole de l'oreillette; V, Systole du ventricule.
Ligne inférieure, horloge à secondes.

port de l'onde artérielle, depuis l'origine de l'aorte jusqu'au niveau de la carotide où se trouve fixé le sphygmoscope. Il est facile de déterminer cette fraction de temps, si l'on connaît, d'une part, la distance qui sépare le sphygmoscope carotidien de l'origine de l'aorte, c'est-à-dire des valvules sigmoïdes, et d'autre part la vitesse de propagation de l'onde pulsatile.

Voici un exemple de ces déterminations :

Je fixe sur un énorme chien un sphygmoscope dans l'artère carotide gauche et un autre dans la crurale du même côté. Les deux sphygmoscopes sont reliés à des tambours à levier, qui inscrivent leurs courbes l'un sous l'autre, sur le même cylindre enregistreur.

Le pouls de la crurale recueilli dans ces conditions retarde d'environ 6 centièmes de seconde sur celui de la carotide (voir fig. 4). Ce retard provient évidemment de l'inégale

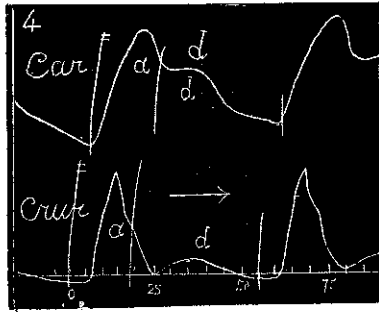


FIG. 4. — Tracés simultanés de la pulsation dans la carotide et dans la crurale.

a, pulsation artérielle principale.

d, pulsation dicrote.

400 vibrations doubles par seconde.

distance qui sépare les deux sphygmoscopes de l'origine de l'aorte. Les distances sont mesurées avec soin après la mort de l'animal, en suivant les flexuosités des artères. On trouve que le sphygmoscope de la crurale est à 526^{mm}. plus loin du cœur que celui de la carotide.

L'ondée artérielle a mis 6 centièmes de seconde pour parcourir cette distance de 526^{mm}. Sa vitesse est donc de 8^m67 par seconde ou 8 1/2 à 9 centimètres par centième de seconde.

La distance qui sur cet animal séparait le sphygmoscope carotidien, de l'origine de l'aorte, était de 135 millimètres. L'onde artérielle cheminant avec une vitesse de 8^m76 par seconde, parcourra ces 135 millimètres en 1.54 centième de seconde.

Le retard de 8 à 9 centièmes de seconde, qui sépare le début de la systole ventriculaire du début de la pulsation carotidienne, doit donc être diminué de cette durée de 1.54 cen-

tième de seconde, qui représente le temps du transport de l'onde depuis l'origine de l'aorte jusque dans la carotide (en supposant cette vitesse uniforme).

Il reste alors 6.5 à 7.5, soit en chiffre rond 7 centièmes de seconde, comme retard du début du pouls aortique sur le début de la contraction du ventricule.

Les résultats de ces expériences donnent donc raison à Marey contre Baxt, Grunmach et Talma.

§ III. — *Origine du dicrotisme artériel.* — Pour Buisson, Marey et la plupart des physiologistes qui les ont suivis, l'ondulation dicrote ou rebondissement du pouls (*Rückstoss-elevation* de Landois, *erste Schliessungsgipfel* de Moens) naît à l'origine de l'aorte, immédiatement après la systole du ventricule, au moment précis de la fermeture brusque des valvules sigmoïdes de l'aorte et de l'artère pulmonaire. Les tracés de Marey et Chauveau ne laissent aucun doute à cet égard.

Talma (1) vient de combattre énergiquement cette manière de voir. Pour lui l'ondulation dicrote appartient encore à la phase systolique de la pulsation artérielle. En superposant les courbes artérielles et ventriculaires, Talma trouve que la pulsation dicrote de l'artère correspond, non à la fin de la systole ventriculaire, mais tombe en pleine systole ventriculaire. Il en conclut logiquement que cette ondulation dicrote ne saurait avoir pour origine la fermeture des valvules de l'aorte, et que l'ondulation artérielle qui correspond à cette fermeture, doit être cherchée à la suite de l'ondulation dicrote.

Le désaccord provient de ce que Talma a identifié abusivement le début des courbes aortiques avec le début des courbes ventriculaires, et n'a pas tenu compte du retard des premières sur les secondes (retard de 7 centièmes de seconde dans mes expériences). Toutes les portions de la courbe artérielle ayant été avancées par Talma de 7 centièmes de seconde, il est clair

(1) TALMA. *Loco citato.*

que le début de la pulsation dicrote ne correspondra plus à la fin de la systole ventriculaire, mais tombera en pleine contraction du ventricule.

La fig. 2 du présent travail montre clairement, que l'ondulation dicrote d de la pulsation artérielle, suit immédiatement le repère qui marque la fin de la systole du ventricule, et correspond exactement à l'oscillation sigmoïdienne d du tracé ventriculaire.

Ici encore mes recherches sur le chien confirment pleinement les résultats de celles que Marey a entreprises autrefois sur le cœur du cheval.

L'ondulation dicrote est en général facile à distinguer dans le graphique de la pulsation artérielle : son sommet se montre de 20 à 25 centièmes de seconde après le début de la pulsation artérielle. Elle est désignée par la lettre d dans tous les tracés du présent travail. Je désigne par la lettre a l'ondulation principale ou plateau systolique de la pulsation artérielle. Quand cette ondulation est dédoublée, je désigne le premier sommet par la lettre a et le second par la lettre s (à l'exemple de Moens, Heynsius, Mosso, Talma, etc.) Enfin les ondulations qui suivent l'ondulation dicrote, prennent sur mes graphiques la lettre e .

CHAPITRE II.

PULSATION CÉSOPHAGIENNE.

§ IV. — Les tracés de pulsations œsophagiennes montrent une assez grande diversité de forme, suivant l'endroit de la poitrine occupé par la sonde œsophagienne. Lorsque l'ampoule de la sonde se trouve à l'entrée de la poitrine ou au niveau de la crosse de l'aorte, la pulsation œsophagienne est relativement simple. Elle représente alors presque exactement un tracé de pulsation artérielle, mais renversée, négative, c'est-à-dire que les inflexions du tracé artériel se trouvent en sens inverse sur le tracé de la sonde œsophagienne.

On y trouve donc une ondulation négative principale *a*, suivie d'une petite ondulation négative *s*, puis une ondulation négative *d* plus ou moins marquée, correspondant au diicrotisme artériel et enfin une ou plusieurs ondulations *e*.

Le début de l'ondulation négative *a* du tracé œsophagien avance d'un ou de deux centièmes de seconde sur le tracé carotidien; ce qui, vu la distance du sphygmoscope carotidien, établit l'isochronisme parfait entre la pulsation positive artérielle à l'origine de l'aorte, et la pulsation négative de l'œsophage. Les fig. 5, 6 et 7 nous en offrent des exemples.

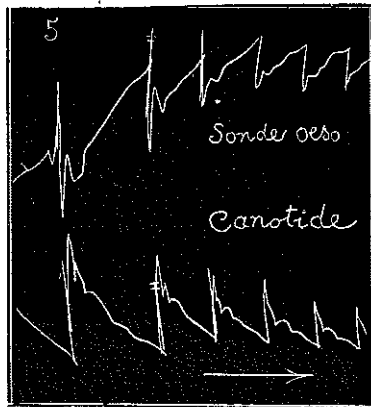


FIG. 5. — Ligne supérieure : Pulsations négatives transmises par la sonde œsophagienne.
Ligne inférieure : Pulsations de la carotide inscrites au moyen du sphygmoscope.
Les repères permettent d'établir la concordance des deux tracés.

La projection de l'ondée sanguine du ventricule dans l'aorte s'accompagne donc d'une série de dilatactions de l'œsophage et de raréfactions de l'air de l'ampoule de la sonde œsophagienne.

Quelle est la signification de ce mouvement? S'agit-il de la pulsation négative, à laquelle on a donné le nom de *mouvement cardio-pneumatique*, et qui correspond au vide qui se produit dans la poitrine, au moment où l'ondée artérielle sort de cette cavité? Je ne le crois pas : d'abord, le début de la pulsation

négative de l'œsophage correspond au moment où le sang quitte le ventricule gauche pour entrer dans l'aorte, et non au moment où l'ondée artérielle sort de la poitrine. En outre, l'ouverture de la poitrine et sa libre communication avec

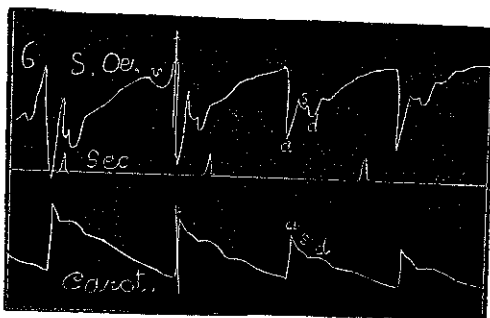


FIG. 6. Tracés simultanés de la sonde œsophagienne (1^{re} ligne), de l'horloge à secondes (2^{me} ligne) et du sphygmoscope carotidien (3^{me} ligne). a et s, pulsations correspondant au plateau systolique de la pulsation artérielle; d, pulsation dicrote.

l'extérieur, ne font pas disparaître la pulsation œsophagienne. Cette pulsation négative me paraît plutôt en rapport avec

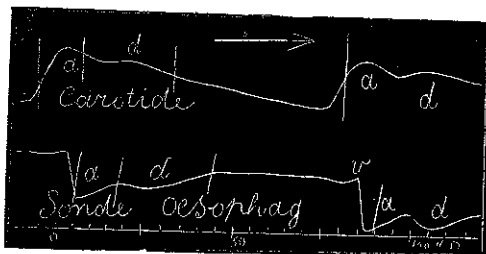


FIG. 7. — Tracés simultanés du sphygmoscope carotidien (1^{re} ligne) et de la sonde œsophagienne (2^{me} ligne). a, plateau systolique de la pulsation artérielle; d, dicrotisme artériel; v, saillie correspondant à la systole ventriculaire (début). 100 vibrations doubles à la seconde.

le mouvement de recul vers le diaphragme et de projection contre le sternum, que présente le cœur au moment où le ventricule décharge son contenu dans l'aorte. Ce qui me fortifie dans cette interprétation, c'est que la pulsation négative œsophagienne disparaît aussitôt qu'on empêche le mouvement de recul et de projection du cœur. On y arrive en ouvrant la poitrine, en appliquant la main sur le cœur, et en l'empêchant de se soulever au moment de la systole. En outre, il est facile de constater sur le cadavre que la locomotion du cœur dans la direction du sternum et du diaphragme, provoquée artificiellement, exerce sur l'œsophage une traction qui dilate l'ampoule de la sonde et fait baisser sa plume.

Si l'interprétation que je propose de cette pulsation négative œsophagienne était adoptée, elle constituerait une preuve importante du mouvement de recul du cœur au moment où l'ondée ventriculaire pénètre dans l'aorte. Ce recul, comparable à celui d'une bouche à feu lors du départ du projectile (recul balistique), a été tour à tour nié et affirmé.

Si l'on enfonce davantage la sonde œsophagienne, de manière à la faire pénétrer plus profondément dans la poitrine, et à dépasser plus ou moins la crosse de l'aorte(1), on voit apparaître au devant de la pulsation négative *a, s, d, e*, dont je viens de parler, une pulsation positive de courte durée, *v*, précédée elle-même d'une pulsation négative *o*. La figure 8 établit le synchronisme de ces ondulations avec les phases systoliques de l'oreillette et du ventricule.

On voit que la pulsation *o*, correspond à la systole de l'oreillette, c'est-à-dire au moment où l'oreillette vide son contenu dans le ventricule. La face œsophagienne de l'oreillette s'affaisse probablement à ce moment, s'éloigne de l'œsophage et y produit la tendance au vide qui se traduit par une chute de la plume reliée à la sonde œsophagienne.

(1) La surface de la sonde porte les divisions du mètre (centimètres et demi-centimètres). On note pour chaque graphique la profondeur à laquelle la sonde a été introduite. Après la mort de l'animal, on ouvre la poitrine et l'on note la position de l'ampoule pour chacun des graphiques.

La pulsation positive v correspond au début de la systole ventriculaire, elle est produite sans doute par le gonflement et le durcissement du muscle cardiaque, et par le petit choc qui en résulte vers l'œsophage. Cette pulsation positive v a une durée fort courte. Dès que le ventricule, dans son mouve-

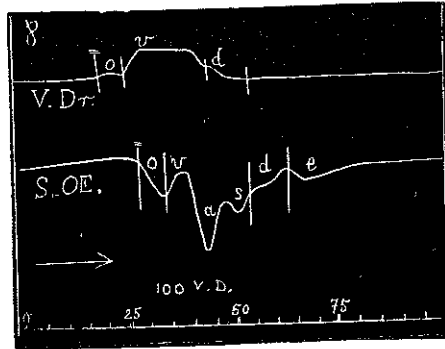


FIG. 8. Tracés simultanés de la sonde cardiographique du ventricule droit (ligne supérieure), de la sonde œsophagienne (deuxième ligne) et du temps en centièmes de seconde (troisième ligne).
o, systole de l'oreillette; v, début de la systole du ventricule; a, s, pulsation artérielle principale; d, dicrotisme ou pulsation sigmoïdienne;

ment de contraction, a atteint la force suffisante pour vaincre la pression aortique et soulever les valvules sigmoïdes, l'ondée sanguine pénètre dans l'aorte et la pulsation négative commence. Le premier tiers de la systole ventriculaire est donc représenté par une ondulation positive v dans le tracé de l'œsophage : aux deux tiers suivants de cette systole, correspondent dans la pulsation œsophagienne, les ondulations négatives a et s .

Les figures 9 et 10 reproduisent des pulsations œsophagiennes analogues à celles de la figure 8. On a recueilli en regard la pulsation carotidienne ainsi qu'un tracé du temps.

Si l'on continue à enfoncer la sonde dans la direction du diaphragme, l'aspect du tracé cardiaque se modifie encore : la pulsation négative a , s , d , isochrone à la pulsation artérielle,

perd de son importance, tandis que la pulsation négative d'origine auriculaire *o* conserve la sienne. En même temps, la pulsation positive d'origine ventriculaire *v* diminue de hauteur. La fig. 11 nous montre un tracé de ce genre. Cette saillie *v* peut diminuer, au point que les deux dépressions négatives auriculaire *o* et artérielle *a, s, d*, finissent par se fusionner.

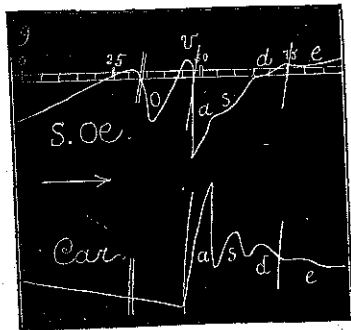


FIG. 9. — Tracés simultanés de la sonde œsophagienne (ligne supérieure) et du sphygmoscope carotidien (ligne inférieure). Centièmes de seconde.
o, systole de l'oreillette;
v, systole du ventricule;
a s, pulsation artérielle principale;
d, pulsation dicrote.
 Les traits de repère se correspondent dans les deux graphiques.

On voit que les graphiques cardiaques obtenus par la sonde œsophagienne, présentent de grandes différences, suivant la profondeur à laquelle l'ampoule de la sonde a pénétré.

Un second élément de diversité provient de l'attitude que l'on donne à l'animal. Les graphiques que je reproduis dans ce travail, ont tous été recueillis sur le chien couché sur le dos ou légèrement incliné sur le côté. Dans ces conditions, la pulsation positive *v*, qui correspond au début de la systole du ventricule, est généralement assez marquée, le cœur ayant naturellement par son poids une tendance à venir comprimer l'œsophage placé sous lui.

Si l'on retourne l'animal, de manière à le placer sur le ventre, le cœur tendra à se détacher de l'œsophage, la pulsa-

tion positive v diminue ou disparaît pour reparaître dès qu'on remet le chien sur le dos.

Enfin, pour une même attitude de l'animal et une profondeur donnée de sonde enfoncée dans l'œsophage, on peut cependant obtenir des graphiques présentant des variations assez marquées, soit que les pulsations cardiaques de l'animal

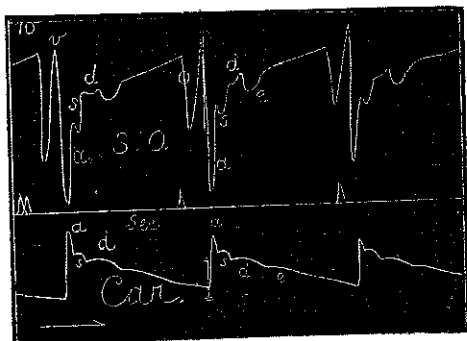


FIG. 10. — Tracés simultanés de la sonde œsophagienne (1^{re} ligne), du temps en secondes (2^{me} ligne) et du sphygmoscope carotidien (3^{me} ligne).
 o, pulsation négative correspondant à la systole auriculaire;
 v, pulsation positive correspondant à la systole ventriculaire;
 a, s, d, e, pulsation artérielle, négative dans le tracé de la sonde œsophagienne. Repère indiquant la concordance des deux graphiques.

ne s'exécutent pas toujours exactement de même (les tracés sphygmoscopiques varient en effet d'un moment à l'autre sur le même animal et surtout d'un animal à l'autre), soit que l'ampoule de la sonde déprime l'œsophage tantôt un peu plus vers la droite, tantôt un peu plus vers la gauche.

Pour obtenir une belle inscription du pouls œsophagien, il est souvent nécessaire de tâtonner, d'enfoncer, de retirer un peu la sonde, d'imprimer à son bout libre des mouvements de latéralité.

Enfin ce n'est guère que pendant la phase d'expiration que l'inscription des pulsations se fait avantagement. La poitrine

se trouve alors dans un état de repos relatif et les pulsations cardiaques sont peu nombreuses, de sorte qu'elles n'empiètent pas les unes sur les autres. Cet empiètement réciproque rend les graphiques à pulsations rapides de la phase d'inspiration à peu près indéchiffrables. En outre, chez le chien, l'ondée ventriculaire est plus copieuse pour les pulsations rares de la phase d'expiration, que pour les pulsations fréquentes de l'inspiration.

Toutes les causes de variété que je viens d'énumérer, con-

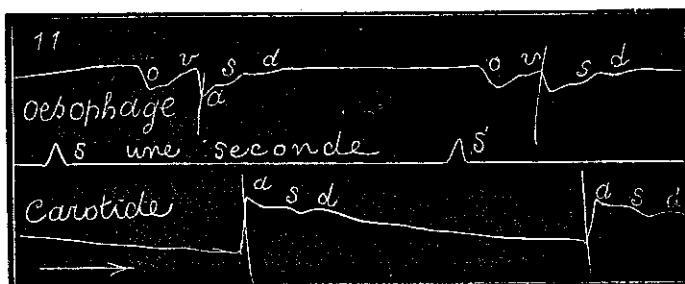


FIG. 11. — Tracés simultanés de la sonde œsophagienne, du temps en secondes et du sphygmoscope carotidien.

o, systole auriculaire; v, systole ventriculaire;
a, s, pulsation artérielle principale; d, dicrotisme.

L'ampoule de la sonde œsophagienne est poussée profondément dans la poitrine.

duisent par leur combinaison, à une grande diversité dans le tracé cardiaque de la sonde œsophagienne. Avec les repères fournis par la comparaison du tracé carotidien ou ventriculaire inscrit simultanément, l'interprétation des graphiques œsophagiens ne saurait présenter de grandes difficultés.

Je ne puis songer à donner ici des exemples de toutes les variétés possibles de ces graphiques. Je me borne à en reproduire une (fig. 12), qui s'éloigne un peu de celles des figures précédentes.

Si l'on pousse l'ampoule de la sonde dans l'œsophage, jusque près du cardia de manière à ce qu'elle se loge entre le

diaphragme et la colonne vertébrale, les pulsations positives et négatives dues à l'action du cœur disparaissent complètement. On obtient parfois alors un tracé positif correspondant à la pulsation aortique. Ce tracé est peu marqué, soit que

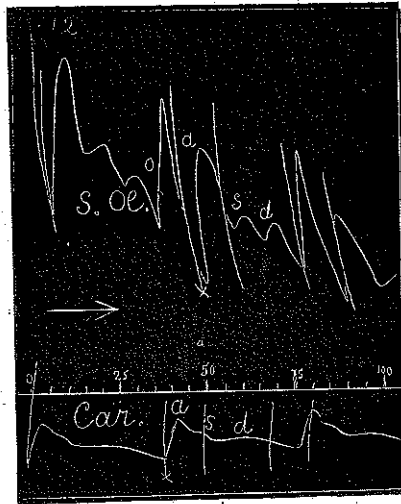


FIG. 12. — Tracés simultanés de la sonde œsophagienne, du temps en centièmes de seconde et du sphygmoscope carotidien.

l'aorte ne présente réellement, en vertu de son peu d'extensibilité, que des pulsations insignifiantes, soit que ses pulsations, tout en étant assez étendues, ne se transmettent pas à la sonde. Nous avons vu que le tracé œsophagien pris dans le voisinage de la crosse de l'aorte ne porte pas non plus l'empreinte positive des pulsations de l'artère.

Si l'on retire la sonde, de manière à ce que l'ampoule ne soit plus contenue dans la poitrine, mais se trouve à la limite de cette cavité, le tronc artériel brachio-céphalique pourra dans certains cas transmettre par la sonde ses pulsations positives.

RÉSUMÉ.

§ V. — La figure 13, résume schématiquement les résultats du présent travail.

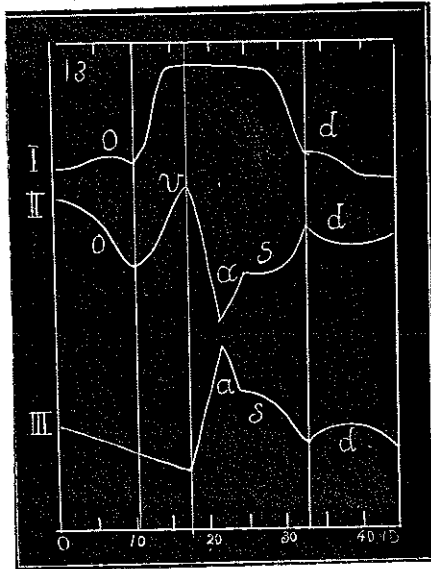


FIG. 13. — Schéma des rapports du pouls œsophagien (II) avec le tracé du ventricule (I) et avec celui de la pulsation aortique (III).

o, systole de l'oreillette;
 v, début de la systole du ventricule;
 a, s, pulsation artérielle appartenant au plateau systolique;
 d, pulsation dicrote ou sigmoïdienne;
 En dessous, le temps (0, 5, 10, etc. centièmes de seconde).

Chez le chien, la systole ventriculaire dure environ 23 centièmes de seconde. L'ouverture des valvules sigmoïdes, la pénétration de l'ondée sanguine dans l'aorte et le début de la pulsation aortique retardent de 7 centièmes de seconde sur le début de la pulsation ventriculaire.

La pulsation artérielle dicrote d présente son sommet 20 à 25 centièmes de seconde après le début de la pulsation principale aortique. Le début de d coïncide exactement avec le début de l'ondulation d du tracé ventriculaire (fermeture des valvules sigmoïdes).

Le tracé cardiaque de la sonde œsophagienne, débute par une pulsation négative, correspondant à la systole auriculaire. Le début de la systole ventriculaire s'y traduit par une ondulation positive, jusqu'au moment de l'ouverture des valvules sigmoïdes. La pénétration de l'ondée sanguine dans l'aorte et la pulsation artérielle positive, se traduisent par une pulsation négative dans le tracé de l'œsophage. (Recul balistique du cœur). Ce tracé présente alors les mêmes détails que celui de l'artère, mais exactement en sens inverse (pulsations négatives).

