

*Bibliothèque numérique*

**medic@**

**Chauveau, Jean-Baptiste Auguste ;  
Marey, Etienne-Jules. - Détermination  
graphique des rapports de la  
pulsation cardiaque avec les  
mouvements de l'oreillette et du  
ventricule obtenue au moyen d'un  
appareil enregistreur**

*In : Comptes rendus des  
séances et mémoires de la  
Société de biologie, 1861, 3<sup>e</sup>  
série, tome troisième, p. 3-11*



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)  
Adresse permanente : <http://www.bium.univ-paris5.fr/hist/med/medica/cote?marey095>

DÉTERMINATION GRAPHIQUE  
**DES RAPPORTS**  
**DE LA PULSATION CARDIAQUE**

AVEC  
**LES MOUVEMENTS DE L'OREILLETTE ET DU VENTRICULE;**  
 OBTENUE AU MOYEN D'UN APPAREIL ENREGISTREUR;  
 PAR  
**MM. CHAUVEAU ET MAREY.**

Dans la séance du 20 avril 1861, M. Beau vint montrer à la Société de biologie les mouvements du cœur chez plusieurs animaux inférieurs : la grenouille, la tortue et l'anguille. Par ces expériences, M. Beau voulait confirmer la théorie qu'il a émise relativement à la succession et la nature des mouvements et du choc du cœur. Cette théorie, trop bien connue pour que nous la rappelions en détail, se résume pour ainsi dire dans l'assertion suivante :

Le choc du cœur est produit par la diastole du ventricule sous l'influence de la systole auriculaire.

M. Beau montra donc que dans le moment où l'oreillette se contracte le ventricule se dilate, et, considérant cette dilatation comme la cause du choc, déduisit que ce dernier est un effet de la systole auriculaire. Les mouvements du cœur de la grenouille parurent à quelques membres de la Société donner raison à cette théorie. Quant aux mouvements du cœur de la tortue et de l'anguille, ils semblent en général différer pour leur rythme de ceux de la grenouille, et après l'expé-

rience, chacun conserva à peu près les convictions et les doutes qu'il avait apportés.

C'est qu'en effet il est souvent difficile de suivre à la seule inspection des mouvements du cœur leur succession assez rapide, et de plus, comme peu d'observateurs abordent cette étude sans idées préconçues, il y a grande chance pour que chacun croie trouver dans ces mouvements la confirmation de la théorie à laquelle il croyait d'avance.

Nous avions pour notre compte des idées bien arrêtées sur la nature et la succession du choc et des mouvements du cœur, mais aussi nous étions convaincus que c'était par un tout autre mode de démonstration que la question devait être résolue. Aussi tout en prenant part au débat et en combattant les idées de M. Beau, avons-nous ajourné les preuves de nos assertions en annonçant des expériences dans lesquelles un appareil enregistreur signalant l'instant précis où s'exécutent le choc des ventricules, ainsi que la systole des oreillettes et des ventricules, ne laisserait plus de doute possible et donnerait à la vraie théorie l'appui irrécusable d'une démonstration physique.

Ces expériences que nous avons déjà entreprises il y a deux ans, avaient échoué d'abord à cause du défaut de sensibilité de nos instruments. Mais, depuis cette époque, un moyen de transmettre à un sphygmographe placé à distance des mouvements même très-faibles avait été imaginé par M. Buisson (1), c'est ce qui nous permit de réaliser l'expérience dont nous allons donner le détail.

Il fallait, disons-nous, signaler l'instant de la contraction de chacune des cavités du cœur ainsi que le moment du choc, et cela chez un grand mammifère afin qu'on ne pût récuser les applications de ces expériences à la physiologie humaine. La grenouille, en effet, chez laquelle il n'y a pas de vide dans le thorax et dont la respiration se fait par refoulement de l'air dans la poitrine et non par aspiration de celui-ci, se trouve dans des conditions toutes différentes relativement à la partie diastolique des mouvements du cœur. Enfin, nous devons opérer sans mutilation trop grande de l'animal, sans ouvrir la poitrine, car un grand reproche adressé à certaines expériences était d'avoir été faites sur des animaux ouverts et dont la circulation n'était plus comparable à celle de l'animal sain.

---

(1) Voir *GAZ. MÉD. DE PARIS*, 1861, 18 mai.

Pour signaler l'instant de la contraction des cavités du cœur, il fallait constater le moment précis où la tension du sang qu'elles contiennent s'élève par l'effet même de cette contraction ; c'est ce qui fut fait de la manière suivante : une sonde à double courant fut introduite par la jugulaire du cheval et poussée dans le cœur. L'un des conduits de la sonde se prolongeait jusque dans le ventricule, l'autre plus court s'arrêtait dans l'oreillette. On comprend que l'élévation de la pression sanguine pouvait se transmettre de l'intérieur de l'oreillette par l'intermédiaire de la sonde jusqu'à l'appareil enregistreur avec lequel celle-ci était mise en communication, il en était de même pour la pression du ventricule.

Nous allons décrire avec plus de détail la construction de cet appareil.

Une sonde œsophagienne fut percée à son extrémité et traversée dans toute sa longueur par un conduit plus petit formé de sondes urétrales réunies bout à bout. La sonde urétrale dépassait la sonde œsophagienne d'environ 12 centimètres ; elle devait en effet pénétrer jusque dans le ventricule, où un plomb, placé à son extrémité, la forçait de tomber, tandis que la sonde œsophagienne devait s'arrêter dans l'oreillette. Entre les deux sondes, il existait donc un conduit circulaire par lequel la communication de l'oreillette avec le dehors s'opérait, tandis que la sonde intérieure faisait communiquer le ventricule avec les appareils. Pour ne pas introduire d'air dans le cœur de l'animal, et pour empêcher aussi que le sang ne pénétrât dans les sondes qu'il eût pu obstruer, les orifices de celles-ci furent munis de manchons membraneux et élastiques à travers lesquels la pression se transmettait médiatement.

Cette double sonde une fois introduite dans le cœur, chacune de ses tubulures communiquait par un tube à air avec l'appareil imaginé par M. Buisson pour transmettre les pulsations à un levier du sphymographe.

Voici cet appareil :

Si l'on applique sur une artère volumineuse, la carotide, par exemple, le pavillon d'un petit entonnoir, à chaque fois que les téguments seront soulevés par la dilatation du vaisseau, l'air contenu dans l'entonnoir sera comprimé et s'échappera par le bec de celui-ci. Qu'à ce bec on adapte un tube plein d'air, et à ce tube un entonnoir semblable au précédent, et dont le pavillon soit fermé par une mem-

brane élastique peu tendue, la pression que chaque battement artériel produit dans le premier entonnoir se transmettra par le tube jusqu'au second dont la membrane sera soulevée. C'est le soulèvement de cette membrane qui doit être communiqué au levier du sphygmographe et enregistré par lui. A cet effet, un petit disque de carton mince est collé au centre de la membrane; ce disque porte une arête tranchante qui vient soutenir transversalement le levier très-près de son centre de mouvement.

Chaque mouvement de la membrane se transmet donc au levier qui l'inscrit sur le cylindre tournant commun à tous les appareils enregistreurs.

On comprend déjà comment, en disposant l'un au-dessous de l'autre les deux entonnoirs munis de leviers, l'un d'eux signale les changements de tension qui surviennent dans l'oreillette, tandis que l'autre signale les changements produits dans la tension du ventricule. Si les pointes de ces deux leviers sont bien dans la même verticale, tous les mouvements synchrones seront également situés sur les tracés dans une verticale commune.

Reste à enregistrer le choc du cœur, afin de signaler l'instant de sa production.

Pour cela, une petite ouverture fut pratiquée dans un espace intercostal juste au point où le choc ventriculaire se sentait le plus nettement, et par cette ouverture on introduisit une petite boule de caoutchouc munie d'un tube; puis par ce tube la boule fut insufflée dans la poitrine entre le cœur et la paroi costale; à chaque fois que le ventricule venait frapper et presser contre la paroi, il comprimait la boule dont la pression intérieure se transmettait à un troisième entonnoir muni de levier comme les précédents, et qui enregistrerait ses indications sur le cylindre, juste au-dessous de celles de l'oreillette et du ventricule.

Après avoir mis à nu la veine jugulaire gauche du cheval, très-près de sa partie inférieure, la sonde fut introduite dans ce vaisseau et poussée dans le cœur. Le plomb adapté à l'extrémité flexible de la sonde qui devait pénétrer dans le ventricule assura la descente de celui-ci à travers l'orifice auriculo-ventriculaire. On put se convaincre que l'instrument était bien placé, et que chacune des sondes était dans une cavité différente en voyant que les deux leviers exécutaient des mouvements alternatifs, l'un obéissant à la contraction de

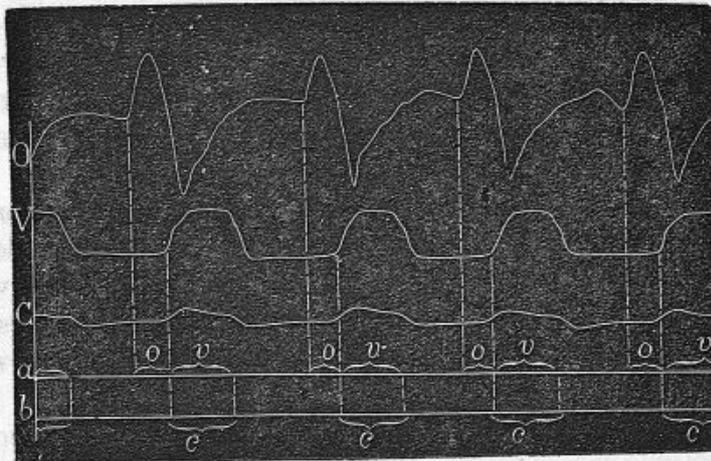
l'oreillette, l'autre à celle du ventricule. L'appareil qui signalait le choc du cœur fut mis en position, et son levier exécuta aussi des oscillations bien nettes. Pendant ce temps, l'animal était debout, très-calme, et ne paraissait pas souffrir de la présence de la sonde ; le pouls était régulier, un peu plus fréquent qu'à l'état normal.

Voici le tracé que donna l'appareil, et duquel on va déduire les rapports de chacun des mouvements du cœur dont il a été parlé.

Le tracé supérieur formé par la ligne sinueuse O est donné par l'oreillette.

Le tracé moyen V est fourni par le ventricule.

Le tracé inférieur C indique le choc ventriculaire.



La figure se lit de gauche à droite.

Dans la figure, au début du tracé de l'oreillette, on voit la tension s'élever graduellement ; l'oreillette qui vient de se contracter est maintenant relâchée et se remplit peu à peu par l'abord successif du sang veineux. Arrivée à un certain degré de plénitude, l'oreillette ne présente plus qu'une tension uniforme, puis, tout à coup, sa tension s'élève brusquement (la systole de l'oreillette s'effectue ; celle-ci envoie dans le ventricule une partie du sang qu'elle renfermait, puis se relâche tout à coup.) La tension de l'oreillette baisse alors par suite du relâchement de ses parois qui subissent l'aspiration thoracique ; cet effet est signalé par la chute du levier. A cette chute succède une élévation lente comme celle qu'on a déjà vue au début de la courbe ;

la réplétion de l'oreillette s'opère de nouveau, puis survient une nouvelle contraction suivie de relâchement et de chute du levier, et ainsi de suite. La série des mouvements de l'oreillette se répète indéfiniment avec régularité, sauf quelques influences respiratoires faciles à distinguer.

Si nous passons à la ligne V, nous voyons non moins clairement les mouvements du ventricule. Au moment où le tracé commence, le ventricule est en systole, comme on peut le voir d'après la hauteur considérable du tracé qui indique une grande pression dans l'intérieur du ventricule. La systole finit, et comme pour l'oreillette, une chute du levier se produit, indiquant le début de la diastole. Pendant tout le temps de repos du ventricule la tension reste assez basse (1), puis une nouvelle systole vient l'élever de nouveau, la maintient à ce degré élevé pendant tout le temps de la contraction ventriculaire, et dès que celle-ci finit, la tension retombe encore. Une grande régularité s'observe dans la série des mouvements du ventricule comme tout à l'heure dans ceux de l'oreillette.

Le tracé inférieur C donne, comme nous l'avons dit, l'indication du choc, non-seulement de cette percussion brève qui signale le début de la systole ventriculaire, mais il indique aussi, comme on va le voir, la durée et les variations de ce durcissement qui occupe la systole tout entière. Ce tracé donne même la réplétion diastolique du ventricule.

Au début de la courbe C le cœur presse fortement sur la boule d'air contenue dans la poitrine, puis cesse de presser contre elle; l'organe est devenu flasque (il entre en diastole). L'arrivée du sang le remplit de nouveau graduellement, et la boule, pressée graduelle-

---

(1) Si l'on ne retrouve pas au moment de la diastole ventriculaire une élévation graduelle de la tension à mesure que cette cavité se remplit, comme cela se voit si bien pour l'oreillette, c'est que l'instrument enregistreur appliqué au ventricule n'avait que très-peu de sensibilité et ne devait signaler que les effets de sa contraction si énergique. Nous avons, au contraire, appliqué à l'oreillette un appareil d'une très-grande sensibilité, en rapport avec la faiblesse de ses contractions. Dans d'autres tracés nous avons pu, du reste, constater l'élévation graduelle de la tension ventriculaire pendant sa réplétion diastolique avec un léger renforcement au moment de la systole de l'oreillette.

ment elle-même, transmet peu à peu ce mouvement au levier qu'elle soulève.

Tout à coup la pression augmente violemment, c'est le choc proprement dit, et celui-ci se continue sous forme de pression décroissante pendant toute la durée de la systole, à la fin de laquelle il cesse de nouveau; le levier retombe, et ainsi de suite.

Avant de passer à l'étude des rapports de temps qui existent entre ces différents mouvements que signale l'appareil; avant de rechercher quels sont ceux qui sont synchrones et ceux qui sont séparés par un intervalle quelconque, constatons tout d'abord que nous avons bien interprété la production de chacune des courbes du tracé.

Nous n'avons pas la prétention, dans cette première expérience, de donner toutes les nuances des changements de la tension dans chacune des cavités du cœur, surtout au moment de la réplétion diastolique; l'appareil adapté au ventricule serait, à ce point de vue, particulièrement défectueux, à cause de sa faible sensibilité. Mais ce qui ne peut nous être contesté, c'est que l'instant de la systole de l'oreillette aussi bien que celui de la contraction ventriculaire sont nettement indiqués et correspondent au moment où la tension s'élève brusquement dans leur intérieur, ce qui se traduit par une brusque élévation du tracé.

De même pour le choc du ventricule; au milieu des changements de l'intensité avec laquelle celui-ci vient presser contre la paroi thoracique et la boule de notre instrument, il est facile de distinguer le moment précis du choc, c'est évidemment l'instant où cette pression s'élève brusquement à son degré le plus élevé.

Voyons maintenant comment se succèdent entre eux chacun des mouvements signalés dans les tracés. On sait que tout ce qui se trouve sur une même ligne verticale est synchrone, puisque les leviers sont tous égaux et exactement superposés. Du reste, des points de repère ont été pris avec le plus grand soin afin d'éviter toute erreur.

Abaissons une perpendiculaire au point où le tracé de l'oreillette

---

(1) Si l'on compte sur le tracé la durée de la systole auriculaire comme finissant au moment où la courbe de l'oreillette descend, on voit que la durée de ce mouvement est encore plus petite que celle que nous lui avons assignée sur la ligne  $\alpha$  par le signe  $\overset{0}{\sim}$ .

annonce le début de la systole, on voit que cette ligne tombe en pleine diastole du ventricule et qu'elle précède de beaucoup le point de la ligne C qui indique le choc ventriculaire. Le même défaut de coïncidence entre la systole de l'oreillette et le choc s'observera sur toutes les pulsations; donc déjà, le choc du ventricule ne saurait être produit sous l'influence de la systole de l'oreillette.

Examinons maintenant les débuts de la systole ventriculaire et, de chacun des points qui leur correspondent, abaissons une perpendiculaire sur la ligne du choc; nous voyons qu'entre le début de la systole du ventricule et celui du choc il y a le synchronisme le plus parfait.

Voici comment ce choc se produit: Au début de la systole, le ventricule qui était flasque et appuyait mollement contre la paroi thoracique devient soudain dur et globuleux; il presse donc violemment contre la paroi et pendant toute la systole, maintient cette pression qui s'affaiblit légèrement à mesure que le ventricule diminue de volume en se vidant. Puis la diastole arrive, le ventricule devient mou et la pression contre la paroi cesse brusquement en même temps que dans le ventricule lui-même cesse brusquement la tension élevée que la systole avait fait naître. Aussi voit-on sur le tracé une coïncidence parfaite entre la fin de la systole et la fin de cette pression contre la paroi qu'on pourrait appeler la *durée du choc*.

Enfin, si l'on compare la durée relative des contractions de l'oreillette et du ventricule, on voit que la première est extrêmement brève (1) tandis que la seconde est de beaucoup plus prolongée. Quant au repos de l'organe tout entier, au temps pendant lequel l'oreillette aussi bien que le ventricule sont en relâchement, il est également assez long; mais, chez le cheval qui nous a servi de sujet d'expérience, il n'avait pas tout à fait sa durée ordinaire, à cause de la fréquence du pouls un peu plus grande qu'à l'état normal. Or la fréquence augmentée a pour effet de diminuer le temps de repos de l'organe.

Dans la figure, nous avons indiqué la durée de chacun des mouvements signalés dans le tracé. La double ligne *ab*, à laquelle aboutissent toutes les perpendiculaires ponctuées abaissées du commencement des systoles porte des signes qui indiquent la durée de chacun des mouvements. — Sur la ligne *a* la systole de l'oreillette est indiquée par le signe  $\overset{o}{\curvearrowright}$ , celle du ventricule est indiquée par le

signe  $\overbrace{v}$ . — Sous la ligne  $b$  le choc et sa durée sont indiqués ainsi :  $\overbrace{c}$ .

Il est inutile d'insister davantage sur la signification de ce tracé qui confirme pleinement la théorie que l'un de nous soutient depuis longtemps. Cette théorie elle-même n'est pas nouvelle (1), c'est celle des comités anglais, celle qu'on a acceptée en Allemagne et que défendent la plupart des médecins français eux-mêmes; mais le nombre considérable de partisans que comptaient les théories opposées rendait nécessaires des expériences rigoureuses qui ne laissassent aucune prise au doute et dans lesquelles toute chance d'illusion fût supprimée. Nous avons pensé qu'à une époque où les lois des mouvements sont si bien étudiées grâce à l'emploi des appareils de physique enregistreurs, où la vitesse des corps graves, des projectiles de guerre eux-mêmes est mesurée avec une certitude que personne ne tenterait de contrôler, il devait être possible de déterminer les rapports de mouvements qui représentent des fractions de seconde presque perceptibles à nos sens. Nous croyons avoir réussi dans notre tâche.

Dans un autre travail, nous indiquerons avec leur intensité relative les différentes variations des mouvements du cœur et nous essayerons de donner une évaluation réelle de la force que peut déployer chacune des cavités de cet organe.

---

(1) Cette théorie n'est pas nouvelle dans le point seulement qui est relatif à l'ordre de succession des mouvements du cœur.