

Quand les oreillettes sont sur le point d'exécuter leur systole, quoique flasques et affaissées, elles sont arrivées à leur plus haut degré de plénitude. Leur contraction a pour effet de déverser leur contenu dans les ventricules. Mais tout le sang des oreillettes prend-il cette voie ouverte devant lui? Évidemment non : une petite portion reflue par les orifices veineux, et il en reste une notable quantité dans les orifices auriculaires. Le reflux par les veines se comprend à la seule inspection de la disposition anatomique que présentent ces canaux en s'abouchant avec les oreillettes. C'est un phénomène assez fréquent chez le cheval en santé (du moins dans le cœur droit), très peu marqué quand la respiration s'exécute librement, et qui apparaît de la manière la plus manifeste aussitôt qu'elle se trouve gênée par une cause quelconque. L'aspect extérieur des oreillettes démontre déjà qu'elles ne se vident point complètement. Mais on peut s'en convaincre directement : il suffit d'introduire le doigt par une petite plaie dans l'une des cavités auriculaires, et l'on sent alors parfaitement qu'elles contiennent encore une assez grande quantité de sang. Nous nous rattachons au résultat des expériences de M. Chauveau d'après ce que nous avons vu, bien que tous les auteurs ne soient point de cet avis (voy. t. I, p. 362).

Cette dernière expérience prouve encore que la systole auriculaire ne communique au fluide sanguin qu'une bien faible impulsion. En effet, le doigt maintenu au niveau de l'orifice auriculo-ventriculaire ne sent point le frottement du sang au moment de la contraction de l'oreillette, ce qui aurait lieu si l'impulsion était vigoureuse. L'expérience qui consiste à couper la pointe du cœur, pour ouvrir les deux ventricules par leur fond, amène exactement la même conclusion, car le sang ne s'échappe des ouvertures artificielles du cœur, sous forme de jet, qu'au moment de la systole ventriculaire; il s'écoule en nappe pendant la contraction des oreillettes. (Chauveau.)

Ainsi donc, dans le premier temps d'une révolution du cœur, les cavités auriculaires diminuent de capacité, et chassent le sang dans les ventricules, qui se dilatent plus ou moins à l'arrivée de cette nouvelle ondée.

Voyons maintenant ce qui se passe dans le deuxième temps, c'est-à-dire pendant la systole des cavités ventriculaires.

Le sang qu'elles contiennent, pressé de toutes parts par le raccourcissement des fibres musculaires, tend à s'échapper par les ouvertures qui se trouvent à sa portée, c'est-à-dire les orifices artériels et auriculo-ventriculaires. Or, il est clair que les soupapes qui garnissent ces derniers se relèveront pour fermer ces orifices

et s'opposer au reflux du sang dans les oreillettes. Les orifices artériels s'ouvrant, au contraire, sous la pression du sang qui soulève les valvules sigmoïdes, c'est par cette voie que la double ondée sanguine s'échappera pour se propager dans toute l'étendue des arbres artériels.

Mouvements des valvules et des anneaux du cœur. — Nous avons renvoyé ici pour plus de facilité l'examen de ces *mouvements partiels intérieurs*, en grande partie déterminés par le cours rétrograde ou reflux du sang, et qui ont pour résultat l'arrêt momentané du courant.

Au moment même où les ventricules entrent en contraction, les valvules triglochines se redressent, s'affrontent par leurs bords, et se tendent au point de devenir convexes par en haut, de manière à former un dôme multiconcave au-dessus de la cavité ventriculaire. Ce fait curieux est extrêmement facile à constater. On peut, dans les expériences, palper la surface convexe formée par chaque valvule et les sillons qui marquent le lieu de leur juxtaposition. On peut même engager l'extrémité du doigt entre les trois valvules, vers le point central qui les réunit, et éprouver alors une pression circulaire très sensible. Nous admettons néanmoins, avec M. Parchappe, le resserrement de l'orifice auriculo-ventriculaire, mais dans des limites beaucoup plus restreintes; pour nous, cet orifice se resserre assez pour permettre l'affrontement marginal des valvules, mais pas plus. Cet affrontement est, du reste, aussi parfait que possible. Il intercepte toute communication entre la cavité veineuse et la cavité artérielle : l'observation extérieure du cœur le démontre, à elle seule, suffisamment; car l'œil ne perçoit aucun reflux des ventricules vers les oreillettes. (Chauveau.)

Cette disposition des valvules auriculo-ventriculaires pendant la systole inférieure du cœur nous enseigne assez que les ventricules ne peuvent se vider complètement pendant cette systole. Il existe en effet, à la fin de ce mouvement, sous la voûte valvulaire du cœur gauche et du cœur droit, une cavité conique qui contient encore une certaine quantité de sang. On peut s'en assurer par l'exploration directe, au moyen du doigt introduit par l'orifice auriculo-ventriculaire, ou même par l'examen extérieur des ventricules, lesquels, nous l'avons dit, se montrent gros et globuleux à leur base. (Chauveau.)

Le sang n'est donc point lancé en totalité dans les artères à chaque mouvement de systole. L'ondée qui pénètre alors dans ces canaux ne laisse cependant pas que d'être considérable. C'est elle, on le sait, qui, par la force impulsive dont elle est animée, produit la pulsation artérielle. On conçoit que l'élasticité des parois des

artères ne permette pas à cette force impulsive de développer ses effets dans tous les points du corps à la fois ; d'où un retard du choc artériel sur la systole des ventricules, retard d'autant plus long que les vaisseaux dans lesquels il se fait sentir sont plus éloignés du cœur. Pour éviter toute répétition, ce n'est que plus loin que nous parlerons du mouvement des valvules sigmoïdes et des anneaux artériels correspondants.

C. — *Du mouvement de totalité ou de recul du cœur, et du soulèvement des parois thoraciques.*

Les *mouvements relatifs* ou de resserrement, de torsion et de dilatation du cœur, sont la manifestation et la conséquence immédiate de sa contraction, laquelle détermine en même temps le cours du liquide (voyez ci-contre p. 278). Pendant que le cœur se contracte et chasse le sang, il est, en outre, le siège d'un *mouvement de totalité*, dit aussi *général* ou *absolu*, conséquence immédiate de la projection ventriculaire du sang et médiate de la contraction des ventricules. Ce mouvement consiste en une projection en masse par un déplacement de son centre de gravité d'arrière en avant. Il se manifeste à l'extérieur par un soulèvement de la paroi thoracique gauche, un peu au-dessous de la mamelle, sur une ligne verticale passant un peu en avant du mamelon.

Nous avons déjà étudié les mouvements relatifs ou partiels du cœur, mais il ne faut pas confondre avec eux le mouvement de totalité ou mouvement de locomotion le plus manifeste, qui en est bien différent par sa manifestation extérieure et par sa cause immédiate ; et bien qu'il coïncide avec les premiers, ce ne sont point eux qui le déterminent.

Il y a naturellement deux choses à examiner ici : 1° le phénomène de déplacement total du cœur (sans s'inquiéter de sa cause) se manifestant normalement par le soulèvement thoracique ; 2 la cause du phénomène.

a. — *Déplacement du cœur.* — Le cœur est le siège de mouvements réguliers qui ne cessent qu'avec la vie. Chez l'homme vivant, on sent ces mouvements dans le lieu de la poitrine où correspond la pointe du cœur, au-dessous de la mamelle, entre les cartilages des cinquième et sixième côtes gauches. En plaçant le doigt sur ce point, on perçoit, à des intervalles réguliers, une impulsion qu'on nomme *battement*. Ces battements sont souvent perceptibles à la vue, ou bien on peut les reconnaître sur soi-même se manifestant par une sensation d'ébranlement. On peut aussi observer directement ces mouvements dans les vivisections, ou bien

encore dans certains vices de conformation (Cruveilhier, Monod, Fauvel, Follin, etc.). Si, en effet, on ouvre la poitrine d'un animal vivant, on constate que dans chaque battement le cœur se déplace en totalité et se projette en avant. Il est certain que cette locomotion est plus limitée lorsque la poitrine est intacte, car le cœur n'a autour de lui ni vide, ni air dans lequel il puisse se déplacer librement. Cette dernière considération a fait naître des doutes sur la locomotion du cœur ; mais, sous ce rapport, le cœur est d'une manière continue dans les conditions du cerveau, qui se meut lorsqu'on a pratiqué une ouverture à la portion osseuse inextensible de la boîte crânienne, ou mieux dans le cas du cerveau de l'enfant, avant l'ossification des fontanelles. Il ne saurait y avoir incertitude sur ce point de physiologie ; on peut avec la main sentir les mouvements du cœur à travers les parois de la poitrine. Dans un cas où Barry avait introduit sa main dans le péricarde d'un cheval, en la faisant pénétrer par une ouverture du diaphragme, ses doigts se trouvèrent fortement pressés contre la paroi thoracique à chaque révolution du cœur.

Il ne faudrait cependant pas s'imaginer que le cœur bat contre la poitrine à la manière d'un battant de cloche. Cette idée vient en effet naturellement dans l'esprit quand on parle de *choc du cœur* ; mais c'est là une mauvaise expression, il n'y a choc que dans les cas où deux corps séparés viennent à se rencontrer avec une puissance plus ou moins grande. Ici nous n'avons pas ces conditions, le cœur n'abandonne pas les parois thoraciques, il y est plus ou moins intimement appliqué ; le poumon ni la graisse ne s'interposent point à chaque révolution du cœur entre lui et la paroi du thorax, de manière à permettre à celui-là de choquer cette dernière après l'écartement brusque préalable du poumon, etc. ; aussi vaut-il mieux se servir du mot *soulèvement*.

Ainsi, les expressions *choc du cœur*, *battement du cœur* ou *le cœur bat contre la poitrine* sont inexactes. On ne peut frapper ce qu'on touche, et l'on ne bat que ce que l'on ne touche pas. Or, le cœur est en contact sur tous les points avec les organes et les parois thoraciques ; il est pressé d'une manière égale, et *vice versa*, dans l'état de repos. Mais lorsqu'il se meut, soit partiellement, soit en totalité, il déplace et soulève ce qu'il touche, c'est-à-dire les parois thoraciques, d'autant plus brusquement et plus fort (grâce à leur extensibilité et à leur élasticité) que ses mouvements, celui de totalité surtout, sont plus énergiques et plus brusques. Il n'y a choc que contre la main lorsqu'on la place à une très petite distance des parois thoraciques au moment de leur soulèvement (Littré et Robin, *Dict. de médecine*, 1855, art. *RECU*). Si on la place au contact de la poitrine, elle est soulevée avec celle-ci, mais non

frappée; seulement, comme le soulèvement est brusque, on a été conduit à l'attribuer à un choc qui aurait lieu à la face interne des côtes, et cette hypothèse très naturelle en apparence, mais fautive en réalité, a toujours pesé sur les interprétations du phénomène observé.

Par rapport à l'axe du corps, ou mieux à la colonne vertébrale, par rapport au liquide qui pénètre dans les cavités à travers les orifices auriculaires et auriculo-ventriculaires, le cœur *s'avance*, se porte en dehors et en bas; par rapport à ses orifices artériels et au sang qui en sort, le cœur *recule*. Il y a dans tous les cas projection en masse de l'organe vers l'extérieur, et soulèvement de ce qu'il touche dans cette direction, proportionné à l'énergie et à l'instantanéité de la translation.

Il est clair, dit M. Chauveau, que si ce mouvement-là n'avait pas lieu, l'extrémité des ventricules devrait s'éloigner du sternum, remonter vers les oreillettes, pendant la systole inférieure, comme dans l'expérience du cœur excisé et sorti de la poitrine, la pointe de l'organe étant libre. Eh bien! il n'en est rien (voyez plus haut page 279). Pour s'en convaincre *expérimentalement*, il suffit d'explorer le cœur avec la main introduite par l'abdomen à travers le diaphragme: on sent alors le sommet du cône ventriculaire rester constamment en rapport avec le fond du sac péricardien. On peut encore ouvrir la paroi latérale de la poitrine d'un cheval, et saisir avec l'œil lui-même le mode de locomotion du cœur. Non-seulement alors on constate que l'extrémité des ventricules ne remonte point vers la masse auriculaire en abandonnant la paroi thoracique, mais on voit même quelquefois chez le cheval cette extrémité se porter très légèrement vers l'appendice xiphoïde, sans s'éloigner ou se rapprocher sensiblement de la face interne du sternum. Il y a donc une projection: ceci est hors de doute. Chez l'homme, les choses doivent se passer exactement de la même manière, puisque son cœur se présente dans les mêmes conditions. En vue de l'étude de ce recul, nous avons tenu à expérimenter sur le singe, à cause des affinités de conformation qui rapprochent cet animal de l'espèce humaine. Voici la relation de notre expérience: La face antérieure du cœur étant mise à nu, cet organe se montre à nos yeux exactement disposé comme chez l'homme, avec cette variante néanmoins qu'il n'est pas placé obliquement en travers du sternum, mais qu'il affecte une direction presque verticale dans le plan médian du corps. A chaque systole ventriculaire, on voit la pointe rester en place tout en exécutant son mouvement spiroïde, et la base s'abaisser de la manière la plus évidente, en avant presque exclusivement. A la fin de l'expérience,

l'animal étant *sur le point de mourir*, les mouvements du cœur sont singulièrement affaiblis; on peut remarquer *alors que la pointe du viscère remonte légèrement vers la base*, au début de chaque mouvement de systole, pour être ramenée ensuite, par le recul, à sa position normale, d'une manière presque instantanée. (Chauveau.)

C'est, comme on le voit, la pointe ou mieux la partie de la face antérieure du ventricule gauche voisine d'elle qui, dans ce mouvement de totalité, pousse et soulève la paroi thoracique correspondante. Cette translation du cœur, ce déplacement du centre de sa cavité par un mouvement de totalité est visible: il est la cause du soulèvement des parois thoraciques; mais ce soulèvement n'est point dû aux *mouvements partiels* ou relatifs de *torsion* (voyez plus haut, p. 277), et de soulèvement de la pointe, causés par la contraction ventriculaire; ni au mouvement de dilatation avec allongement de la pointe ou turgescence des ventricules causé par le sang qu'amène la contraction auriculaire. C'est au mouvement absolu ou général du cœur qu'est dû ce soulèvement; celui-ci en est une conséquence immédiate, par suite de l'élasticité anatomique des parois thoraciques.

b. — *Causes du mouvement de totalité ou de projection du cœur, et par conséquent nature de celui-ci.* — Nous venons de voir que le cœur est le siège d'un mouvement de totalité, par quel mécanisme le mouvement se manifeste, qu'il a pour conséquence immédiate le soulèvement des parois thoraciques, mais que ce soulèvement n'est point dû à l'un des mouvements partiels.

Il nous reste maintenant à voir à quoi est dû ce mouvement de totalité. Le mouvement de totalité du cœur est celui que lui imprime, par réaction égale à l'action, le liquide que cet organe même a mis en mouvement. Cette translation est due au sang qui sort des ventricules, et non au sang qui entre dans leur cavité: car on comprend que *l'un* ou *l'autre* pourrait projeter les ventricules, et par suite tout le cœur, du côté des parois thoraciques. On comprend même que ce pourrait être *l'un* et *l'autre* à la fois si ces deux phénomènes s'opéraient à peu près simultanément.

Dans l'examen des causes de ce phénomène il faut considérer: 1° les conditions statiques ou anatomiques qui le permettent du côté du cœur et du sang; 2° le phénomène d'hydraulique même, en vertu duquel le cœur se porte du côté des parois thoraciques et les soulève.

1° *Conditions de mobilité de la totalité du cœur.* — La base du cœur n'est fixe que par rapport aux fibres musculaires qui s'insèrent autour de ses orifices; mais elle ne l'est pas d'une manière absolue. Des mouvements de latéralité et d'arrière en avant s'ob-

servent pathologiquement et normalement; ils sont permis par la laxité du tissu cellulaire qui sépare la base du cœur des gros vaisseaux, ceux-ci de la colonne vertébrale, ainsi que par l'extensibilité et l'élasticité de ces derniers. Aussi faut-il déjà noter des déplacements de totalité du cœur qui sont étrangers à l'action du cœur sur le sang, et à la réaction de ce dernier sur lui, et qui ne dépendent pas du rythme de chaque révolution du cœur. Ces déplacements sont liés au rythme des mouvements respiratoires. Le cœur descend un peu pendant l'inspiration, 46 à 48 fois par minute, tiré en bas avec le péricarde par le foliole antérieur du centre phrénique, qui s'abaisse bien moins que les deux autres à chaque contraction du diaphragme, et il remonte pendant l'expiration, tant par la pression des viscères abdominaux que par suite de l'élasticité des artères aorte et pulmonaire, un peu tirillées pendant l'abaissement.

Le cœur se déplace aussi en différents sens par la simple influence de la pesanteur, lorsque le corps est situé dans le décubitus horizontal, sur le ventre, sur le dos ou l'un des côtés. C'est ici que devaient être notés ces mouvements de totalité, parce que, pendant qu'ils s'opèrent, les mouvements partiels dus à la contraction du cœur, et le mouvement de totalité dû à la réaction du sang sur le cœur, continuent avec leur rythme ordinaire, modifiés seulement un peu dans leur mode de manifestation extérieure, selon que le cœur est élevé ou abaissé.

Il y a d'autre part, dans le cœur, des conditions directes de production d'un mouvement de totalité qui sont des plus remarquables, et qui ont longtemps été négligées. C'est le courant d'un fluide incompressible dans une cavité solide (voyez plus haut, p. 274), courant sanguin brusquement déterminé par la plus grande masse du cœur, dans un sens toujours le même et bientôt brusquement interrompu. Or, la réaction étant égale à l'action, l'effort contractile qui détermine cette projection, développe, en effet, sur la surface intérieure du cœur, une pression proportionnelle à l'intensité de la systole; et comme, en vertu de la loi physique, cette pression est plus faible au niveau des orifices artériels chargés de donner écoulement au sang, le point de la paroi opposé à ces orifices, voisin de la pointe du cœur, supporte un excès de pression qui entraîne l'organe dans le sens de son grand axe, c'est-à-dire lui imprime un mouvement de recul; car nous avons vu que le cœur est suspendu assez librement dans le sac fibro-séreux qui l'enveloppe, par les troncs élastiques des gros vaisseaux.

Une enveloppe contractile, chassant un liquide de son intérieur par une ou plusieurs ouvertures placées dans sa paroi, éprouve

avant toute chose une réaction rectiligne dirigée en sens inverse de la résultante des forces qui représenteraient l'intensité des jets.

Le cœur, abstraction faite des oreillettes, est un vase formé de deux compartiments distincts parallèles au grand axe; le liquide renfermé ne s'échappe point au-dehors par l'effet de sa pesanteur, mais par la contraction simultanée de toutes les fibres qui constituent les parois de ce vase. A tous égards, le cœur double agit (sauf des avantages étrangers à la question) comme si deux cœurs simples étaient placés sur deux points du cercle circulatoire. On peut donc faire tous les raisonnements fondamentaux comme sur un cœur simple. Ceci étant posé, il y a à établir un premier principe fondamental de physique, à savoir qu'un vase à parois mobiles (par contractilité ou par élasticité) est dans les mêmes conditions lorsqu'il se contracte ou revient sur lui-même, qu'un vase à parois fixes dans lequel un gaz ou une vapeur se dégagent instantanément.

Or, dans le cas présent, nous avons une enveloppe contractile ou élastique, expulsant un fluide fixe par sa compression. Le phénomène se passera exactement, quant aux réactions produites, comme si nous avions une enveloppe fixe contenant un liquide élastique dont le volume augmenterait. Dans ce second cas, qui est celui des fusées d'artifice, du recul des armes à feu, il y a tendance au déplacement de l'enveloppe en sens inverse du jet du fluide. (Hiffelsheim.)

Les conditions d'impulsion du cœur sont donc analogues à celles du fusil, qui recule par leur instantanéité et leurs interruptions. Elles diffèrent de celles du *tourniquet hydraulique* (que Gutbrod et Skoda ont fait intervenir dans cette question en 1836) en ce qu'ici c'est bien le liquide qui meut le solide; mais le premier se meut lui-même d'une manière continue par l'action de la pesanteur. Entre le recul du cœur et celui du fusil il y a cette différence aussi que le contenu du cœur est liquide, incompressible, inextensible, projeté et propulseur du sang placé devant lui dans les artères aorte et pulmonaire comme des ventricules eux-mêmes; tandis que dans le fusil le contenu est gazeux, compressible, extensible et en même temps propulseur d'un solide ou de gaz comme aussi du tube qui le contient. Mais dans le cœur, fait essentiel, c'est le contenant ou paroi qui pousse le sang, qui, bien que solide, est alternativement contractile et extensible, fait qu'on ne retrouve que dans les corps organisés animaux, et partiellement dans le caoutchouc. De là vient que les conditions dans le cœur finissent par devenir d'ordre organique, et non assez purement physiques et mécaniques pour que le calcul serve en rien à résoudre cette question, qui reste toute d'expérience directe. Néanmoins, la présence des

conditions du recul n'est pas douteuse. Que faut-il pour qu'il ait lieu ? que la *section* de l'orifice artériel représente une surface telle que la colonne liquide à laquelle elle sert de *base*, multipliée par sa *vitesse* d'impulsion *dépasse* le poids du cœur : or la pression du sang dans le canal du vaisseau égale chez les mammifères le quart d'une atmosphère. Est-il possible de douter qu'une force semblable ne puisse soulever le cœur, même rempli en majeure partie ? (Hiffelsheim.)

2° Le phénomène d'hydraulique consiste en un mouvement de projection par recul, en vertu duquel le cœur se porte du côté de la paroi thoracique et la soulève. La cause de ce mouvement général est un phénomène d'hydrodynamique et non la mise en jeu d'une disposition anatomique. C'est un recul qu'éprouve le cœur lors de la propulsion du sang, chassé par les parois ventriculaires qui se contractent sur lui. Le liquide, pressé de toutes parts, pousse également en tous sens les parties du cœur ; celles qu'on voit céder sont : les orifices artériels par où sort le sang, et l'extrémité opposée du cœur, qui touchant les parois du thorax les soulève autant qu'elle recule. Cette extrémité et les parois thoraciques cèdent d'autant plus que l'effort d'expulsion du sang est plus grand et surtout plus rapide ; car, comme dans la locomotion des céphalopodes, le point d'appui n'est que momentané, si l'on peut ainsi dire ; il est représenté par la masse ou colonne de sang du cœur, qui résiste un instant, et chasse aussi bien le sang du côté des artères que du côté de la portion du cœur qui est dans la direction opposée, mais exerce une pression moindre que les parties latérales. Ainsi, souvent, dans l'étude des mouvements du cœur on a vu mal ou une partie seulement des choses, pour n'avoir tenu compte que des dispositions anatomiques du cœur, en négligeant les modifications qu'y apporte par instants, incessamment renouvelés, la présence du liquide sanguin en mouvement.

Le recul est plus que suffisant pour compenser le raccourcissement du cœur lors de la systole, sans qu'il cesse jamais de toucher la paroi thoracique (le poumon ne s'avancant jamais assez pour s'interposer) ; en outre, vers la base du cœur lorsqu'elle se rapproche de la pointe à chaque systole (voyez plus haut page 276), l'espace qui tend à devenir libre se comble par diastole auriculaire et afflux du sang veineux. Le cœur est de plus, en quelque sorte, entre deux masses gazeuses (les poumons), en haut et sur les côtés, demi-liquide en bas (la masse intestinale), de manière que chacun de ses mouvements de dilatation ou de contraction est suivi par eux sans vide possible. Le recul du cœur a lieu, ainsi que le montre l'expérience, dès l'instant même où la systole com-

mence à expulser du sang dans les artères, dès l'instant où les ventricules commencent à se vider. Ainsi, lorsqu'il a lieu, les ventricules sont déjà un peu *désemplis* ; mais ils ne le sont pas encore assez pour que leur diminution de volume soit encore bien saisissable par l'observateur qui n'est pas guidé par l'étude des conditions complexes d'accomplissement du phénomène. Il en est de même pour le recul du fusil, qui a lieu instantanément dès le moment où le gaz commence à déplacer la balle, et les expériences appropriées montrent qu'il a lieu lorsque la balle n'a pas encore assez changé de place pour que l'œil puisse apprécier le déplacement. Lorsque le recul du cœur a lieu, la vacuité, bien qu'ayant commencé en réalité, est encore trop petite pour être bien manifeste, et elle ne le devient qu'alors que déjà le cœur revient à sa place, ayant cessé de se vider ou se vidant assez lentement pour ne plus reculer. Il n'est donc pas exact de dire que le cœur est vide lorsqu'il recule, ou au moins lorsqu'il commence à le faire, car il est en systole commençante seulement. D'autre part, de ce que les ventricules sont distendus lorsque le cœur est projeté en totalité, ce serait se tromper (et l'erreur a été faite) que d'en conclure que sa translation a lieu pendant leur diastole, et est due à la contraction des oreillettes, cause de cette diastole ventriculaire. En effet, le recul a lieu à l'instant même où la systole ventriculaire commence (sans être achevée), qui est le moment sans intervalle de temps bien appréciable où finit la systole auriculaire.

On doit à M. Hiffelsheim la démonstration (1854) expérimentale de l'application de ce théorème aux mouvements du cœur, ainsi que la distinction nette, dans la locomotion du cœur, de la translation totale et des mouvements relatifs. L'omission, dans les expériences, de cette condition capitale (l'influence sur le cœur, par réaction, du liquide qu'il meut) a frappé de nullité la plupart de celles qui auparavant avaient été faites sur la question du mouvement de totalité, lequel n'a pas habituellement été bien distingué des mouvements partiels. La connaissance de ces faits a suscité immédiatement un nombre considérable de nouvelles expériences sur le vivant, qui n'ont fait que confirmer les données qui en découlent. Parmi ces expériences, les dernières publiées, celles de M. Chauveau (*Gaz. méd.*, juillet 1856), tiennent le premier rang, au point de vue de la conservation des conditions normales pendant l'examen des faits et sous celui de la prise en considération de toutes les conditions des phénomènes dans leur interprétation. Il conclut de ses observations directes sur le cheval, le chien et le singe, que le mouvement de projection du cœur est un mouvement de recul de la totalité de l'organe dans le sens de sa lon-

gueur, c'est-à-dire de sa base à sa pointe, pendant la systole ventriculaire.

Historique des hypothèses émises sur le moment où le cœur soulève les parois thoraciques.

1° Harvey, Haller, Senac, Borelli et, de nos jours, Magendie, Müller, M. le professeur Bouillaud, M. Parchappe et tant d'autres, soutiennent que le cœur bat la poitrine au moment de la systole. D'un autre côté, M. Beau (*Arch. génér. de médéc.*, 1833, 2^e série, t. IX, p. 394) a affirmé que le cœur était projeté contre la poitrine pendant la diastole. MM. Hardy et Behier, Valleix et M. Verneuil ont soutenu les vues de ce savant physiologiste.

2° En 1854, M. le docteur Hiffelsheim (*Comptes rendus et Mémoires de la Société de biologie*, t. I de la 2^e série, p. 273 et suiv.), est venu prendre la défense de l'opinion qui fait coïncider le battement du cœur avec la systole ventriculaire. Par des recherches théoriques et expérimentales il a démontré que le cœur bat parce qu'il recule; que le mouvement de la systole détermine médiatement le déplacement du cœur et le précède par conséquent, tandis que l'expulsion du liquide est la cause immédiate de ce mouvement.

3° Le redressement de la courbure de l'aorte et de l'artère pulmonaire au moment où la systole des ventricules y précipite le sang, causerait la locomotion du cœur suspendu à ces vaisseaux. Telle est l'opinion de Senac et des deux Hunter. Cette explication tombe devant les faits suivants: chez le jeune poulet, les vaisseaux sont droits et trop petits pour déplacer le cœur, qui cependant se relève; Barry a vu que la courbure des artères ne se redresse pas, mais qu'elle augmente plutôt au moment du pouls. L'établissement d'un courant dans un tube courbe et flexible ne diminue pas sa courbure (Carson). Chez la grenouille on voit l'aorte se raccourcir et sa courbure s'exagérer plutôt que se redresser pendant la systole du cœur. Si, vers la fin de la systole, elle semble s'allonger un peu, c'est que l'oreillette distendue elle-même, étend à son tour le vaisseau qui lui adhère (Guérin).

4° L'oreillette gauche, pleine de sang pendant la systole et ne pouvant reculer à cause de la colonne vertébrale, repousserait le cœur en avant. D'après Senac qui a donné cette explication, ce n'était pas à l'ondée du sang qui afflue dans les oreillettes par les veines, mais à la masse du sang que le ventricule gauche repousse dans l'oreillette au moment de sa contraction qu'il faut attribuer la projection du cœur en avant. Haller avait émis cette même explication. On peut objecter avec M. Bérard, que l'afflux du sang

par les veines pulmonaires n'est pas lui-même une cause assez puissante pour lancer le cœur en avant, et que la masse de sang repoussée par la valvule auriculo-ventriculaire n'est pas assez considérable pour réagir ainsi sur le cœur. On doit appliquer la même objection à l'explication suivante de M. Hope, à savoir: que les valvules auriculo-ventriculaires, repoussées en arrière pendant la systole, agissent sur une colonne de liquide qui a plus de résistance que le poids du cœur; en sorte qu'il y a une action réfléchie qui pousse le cœur en avant.

5° Jusqu'ici nous n'avons vu que les explications tirées de l'influence des liquides sur les solides; voyons actuellement celles qui se basent sur les solides. M. Parchappe et M. Verneuil font intervenir la prédominance d'action des fibres musculaires de la face antérieure du cœur. M. Verneuil explique ce fait de la manière suivante. La base des ventricules étant coupée très obliquement, la face antérieure de ces ventricules est beaucoup plus longue que la postérieure; la partie antérieure des anses musculaires se trouve plus longue aussi que leur partie postérieure. Le raccourcissement absolu de ces anses sera donc plus grand en avant qu'en arrière, et la pointe du cœur, vers laquelle se trouve la partie culminante de l'anse, sera portée en avant. C'est aussi aux fibres antérieures et notamment à celles qui sont insérées à l'aorte, que M. Guérin, imitant en cela M. Hope, attribue la projection du cœur en avant.

Les partisans de la doctrine opposée, c'est-à-dire ceux qui font coïncider le battement avec la diastole, pensent que, de même que le pouls des artères est causé par la systole des ventricules, de même le pouls du cœur serait produit par la contraction des oreillettes. La pulsation du cœur à la poitrine reconnaîtrait le même mécanisme que la pulsation de l'artère radiale au poignet.

D'après M. Beau, il n'y a pas projection en avant de la pointe du cœur dans la systole. La systole ventriculaire est caractérisée par le raccourcissement des parois des ventricules portés à leur summum de distension dans la diastole. Or, la pointe concourt à ce raccourcissement en se portant de dehors en dedans, de bas en haut, sans qu'il soit possible de lui saisir le moindre mouvement de projection en avant. Le seul mouvement de projection que l'on observe a lieu immédiatement avant la systole, dans la diastole par conséquent, et consiste en un véritable allongement des fibres ventriculaires, qui se fait non seulement en avant, mais encore en bas et sur les côtés. Ce mouvement de projection ou mieux de turgescence (Beau, *Traité d'auscultation*, in-8°, 1836) est dû à l'impulsion communiquée par l'oreillette contractée à l'ondée sanguine

qui pénètre dans le ventricule. Ainsi, d'après M. Beau, 1° dans la systole il y a rétrécissement du ventricule sans projection en avant de sa pointe; 2° dans la diastole, il y a ampliation générale du ventricule, apparente surtout à la pointe qui se porte en bas et en avant.

D. — *Des bruits du cœur.*

Quand on applique l'oreille ou le stéthoscope sur la région précordiale d'un homme vivant, on entend deux bruits qui par leur suscession rapide constituent le tic-tac du cœur.

Le premier bruit ou bruit inférieur a son maximum d'intensité dans les environs du cinquième espace intercostal gauche, assez près du sternum.

Le second bruit ou bruit supérieur, a son maximum d'intensité trois ou quatre centimètres au-dessus de l'autre et un peu à sa droite, par conséquent derrière le sternum, à peu près vers le milieu de sa hauteur; ajoutons qu'il y a un silence marqué après le deuxième bruit.

Leur timbre n'est pas le même : le bruit inférieur est sourd et profond, le bruit supérieur est superficiel, plus éclatant. Ce timbre est plus clair chez les enfants que chez les vieillards.

L'intensité est plus grande chez les sujets maigres; elle augmente quand la circulation est activée ou quand des corps solides viennent s'interposer entre le cœur et l'oreille de l'observateur.

Il est d'autres bruits dont la forme se rapproche un peu de ceux dont nous avons parlé. Ces bruits, d'après M. Beau, sont au nombre de deux et se confondent l'un et l'autre avec le premier bruit normal, auquel ils viennent s'ajouter comme des bruits de renforcement ou des bruits accessoires. L'un de ces bruits accessoires donne à l'oreille la sensation d'un choc qui a un timbre légèrement métallique. Il est appelé *cliquetis métallique* par Laënnec, *auriculo-métallique* par Filhos, et *tintement métallique* par M. Beau. L'autre bruit, accessoire du premier bruit normal, a été signalé par Williams et Hope. Il n'a pas une forme bien tranchée, il est plus sourd, et surtout plus faible que le bruit normal. On le sent isolé de ce dernier bruit en auscultant à nu le cœur d'un animal, quand il est vide et qu'il a été séparé du corps. On le perçoit dans le moment où le ventricule se contracte, et comme le fait de la contraction musculaire est la seule circonstance à laquelle on puisse le rattacher, on l'appelle pour cela bruit musculaire.

Du rythme des bruits du cœur. — Le premier bruit répond à un soulèvement musculaire que l'on observe ordinairement à l'endroit où est son maximum d'intensité, c'est-à-dire dans le cin-

quième espace intercostal. Il coïncide avec la systole ventriculaire, ainsi que nous le verrons. Le bruit supérieur ou second bruit coïncide avec la diastole auriculaire et avec le resserrement des artères. Quant à ce second bruit, on aurait tort de croire qu'il est constamment privé de tout soulèvement; car, sur la quantité de personnes qu'il a examinées, M. Beau a observé six fois un soulèvement du deuxième ou troisième espace intercostal, près du sternum, coïncidant parfaitement avec le deuxième bruit, qui y avait son maximum d'intensité. Dans ce cas, il était facile de remarquer les deux soulèvements supérieur et inférieur alternant ensemble avec chacun des deux bruits auxquels ils étaient unis. M. Beau, s'appuyant sur une autopsie cadavérique, pense qu'une condition nécessaire pour la production du soulèvement supérieur était le rapport de la partie supérieure du cœur avec un espace intercostal musculaire; et que, si ce soulèvement est rare, cela tient à la position ordinaire de la base derrière le sternum.

Mais quel est leur ordre de succession, quelle est la durée de chacun d'eux et du silence? Laënnec accordait une moitié du temps nécessaire pour une révolution du cœur au premier bruit, un quart au second bruit, et le dernier quart au silence.

M. Pigeaux et M. Marc d'Espine ont admis un *petit silence* entre le premier et le second bruit. M. Beau a cru pouvoir négliger ce petit silence, et il écrit ainsi la mesure du bruit du cœur :

M. Delucq a donné une mesure à trois temps qui se rapproche notablement de celle de M. Beau. MM. Hardy et Behier affectent trois doubles croches au second bruit, et ils augmentent d'une double croche le long silence qui commencerait dès le second temps. MM. Barth et Roger, tout en rétablissant un petit silence, conservent la mesure à trois temps de M. Beau, coupent le second temps en deux parties, occupées la première par le petit silence, et la seconde par le bruit clair, lesquels ne rempliraient chacun qu'un sixième de la mesure.

Les changements que les divers degrés de vitesse du pouls introduisent dans les éléments d'une révolution du cœur portent beaucoup plus sur la durée des silences, et notamment du grand silence, que sur la durée des bruits, et particulièrement du bruit inférieur.

Causes des bruits du cœur. — Le nombre des hypothèses émises sur ce sujet est plus considérable encore que pour ce qui concerne le soulèvement du thorax par ce qu'on nomme improprement le choc du cœur. C'est que les conditions physiques de la production du bruit sont ici un peu plus complexes encore que pour la production du mouvement; comme beaucoup de particularités qui ne sont pas ou qui ne peuvent amener la production d'un bruit ont

été invoquées pour expliquer ceux du cœur, nous nous bornerons à en donner un tableau plus loin (page 303) sans les discuter.

Les bruits du cœur sont produits dans ses cavités et non à sa surface extérieure au contact des organes qui l'entourent. Ils sont transmis au dehors surtout par les solides du thorax. Il n'y a dans le cœur qu'un liquide en mouvement en voie de parcours avec des interruptions momentanées brusques. Le cours du sang y est dû surtout à des contractions; ses arrêts sont causés : 1° par la réplétion avec *dilatation et distension* finale brusque des ventricules; 2° par le rapprochement avec *tension* brusque des valvules membraneuses. Celles-ci ne sont pas assez dures, assez solides, non plus que les parois vasculaires, pour produire un bruit lorsqu'elles frappent l'une contre l'autre par leurs bords en s'abaissant, ou contre les parois artérielles, comme le font les clapets de pompe quand ils s'abaissent et se relèvent par la pression de l'eau en mouvement. Mais en dehors de ces mouvements valvulaires il n'y a ni *choc*, ni *battement* dans le cœur, pas plus qu'en dehors de lui, parce que pour battre ou choquer il faut un intervalle entre le corps qui se meut et celui qui est frappé. Or le liquide qui des vaisseaux passe dans une oreillette et de celle-ci dans un ventricule y trouve déjà un peu de liquide, mais surtout des parois rapprochées et jamais écartées l'une de l'autre ni de lui; de manière que, à mesure qu'il repousse les valvules auriculo-ventriculaires, il rencontre les parois ventriculaires qu'il ne fait que pousser devant lui sans les frapper.

La *cause du premier bruit* est la vibration qui résulte de la tension brusque des valvules auriculo-ventriculaires. Cette tension est des plus énergiques; les expériences récentes de M. Chauveau, faites dans des conditions meilleures que celles faites jusqu'à présent, viennent encore de le prouver. L'objection tirée du prétendu plissement des valvules auriculo-ventriculaires, qui s'opposerait à leur tension, est sans valeur, puisque le fait sur lequel il s'appuie est faux. Toujours les expériences dans lesquelles on empêche la tension des valvules font disparaître le premier bruit, qui reparaît dès que l'on fait cesser cet obstacle; de même aussi la section des tendons des valvules arrête toujours ce bruit, qui se trouve remplacé par un reflux du sang dans les oreillettes avec bruit de souffle intense. On a dit que le premier bruit présentant chez l'homme son maximum d'intensité dans la moitié inférieure du cœur et non vers le niveau des orifices auriculo-ventriculaires, il était difficile de comprendre que ce bruit eût son siège vers ce dernier point. Mais le point précis de l'attache des tendons à la face interne des ventricules montre que le bruit pro-

duit par la tension valvulaire doit nécessairement se transmettre avec toute son intensité à la partie des parois ventriculaires correspondant à cette insertion. Nous ne pouvons discuter ici les autres objections, mais on pourra voir dans le mémoire de M. Chauveau que celles qui s'appuient sur la conservation du premier bruit dans le cœur arraché de la poitrine et placé sur une table ne sont pas fondées, par suite de diverses causes d'erreurs.

La *cause du deuxième bruit* ou *bruit supérieur* est la tension brusque des valvules sigmoïdes ou semi-lunaires abaissées subitement par le sang qui, poussé avec force dans les artères lors de la systole ventriculaire, tend à refluer dans les ventricules dès que cesse leur contraction.

Le mécanisme de la production de vibrations perçues sous forme d'un son est assez exactement le suivant: lorsqu'un liquide coule brusquement dans un tube, si on ferme rapidement un robinet dans son milieu, il y a bruit par un arrêt subit du liquide qui était doué de mouvement. Bien qu'il n'y ait pas contre le robinet de choc analogue à un coup de poing, le bruit est semblable à celui que causerait un choc de ce genre ou un coup de marteau (Robin et Littré, 1855). Lorsque le sang a distendu les artères par systole ventriculaire intense, il revient avec une intensité proportionnelle à cette contraction et à l'élasticité de celles-ci. Il abaisse les valvules sigmoïdes, d'où tension brusque de ces membranes, coïncidant avec l'arrêt subit du liquide qui revient. Il se peut aussi que ce deuxième bruit ou que le bruit accessoire correspondant, dit auriculo-métallique, soit causé par la diastole auriculaire d'après le mécanisme suivant décrit par M. Beau. On prend une portion de gros intestin longue de 4 décimètres, que l'on sépare complètement du tube intestinal et du mésocolon. On lie circulairement une de ses extrémités avec un fil, et, par l'autre extrémité, on remplit d'eau cette portion d'intestin jusqu'à la hauteur de 3 décimètres. De cette manière il reste, dans l'intérieur de l'intestin, une étendue de 1 décimètre qui ne contient pas d'eau, et qui, pour la réussite de l'expérience, doit être exactement privée d'air; on lie ensuite avec un fil l'autre extrémité restée libre jusque-là. Les choses étant ainsi disposées, on exerce avec les doigts une pression circulaire sur l'intestin, entre la portion pleine et la portion vide; on charge une personne de comprimer d'une manière notable et continue la portion pleine. Si alors on écarte brusquement les doigts qui exerçaient une pression circulaire sur l'intestin, le liquide se porte vivement contre l'extrémité vide en produisant en ce point un mouvement brusque et un bruit de choc appréciable même à distance, malgré l'affouillement complet du tube mou, dont la partie vide se