

un problème d'hydraulique très-complicqué, savoir, *la distribution continue, et très-variée pour la quantité et la vitesse, d'un même fluide contenu dans un seul système de tuyaux dont les parties sont très-inégaies pour la longueur et pour la capacité, et au moyen d'un seul agent alternatif d'impulsion.*

Au nombre des phénomènes du cours du sang artériel, nous avons placé la dilatation et le resserrement des artères.

Bichat n'admet pas l'existence de ces phénomènes. Cet auteur ne veut pas que les artères se dilatent dans l'instant où le ventricule se contracte, et il nie formellement qu'elles se resserrent pour pousser le sang dans toutes les parties; je crois cependant qu'avec un peu d'attention il est possible de voir distinctement sur une artère mise à nu ces deux phénomènes. Ils sont, par exemple, évidents dans les grosses artères, telles que l'aorte pectorale ou abdominale, surtout dans les grands animaux; mais, pour les rendre apparents sur des artères plus petites, il faut faire l'expérience suivante.

Expériences
sur le
cours du sang
dans l'aorte.

Mettez à découvert sur un chien l'artère et la veine crurale dans une certaine étendue, passez ensuite derrière ces deux vaisseaux une ligature dont vous nouerez fortement les extrémités à la partie postérieure de la cuisse; de cette manière le sang n'arrivera au membre que par l'artère crurale, et ne retournera au cœur que par la

veine; mesurez avec un compas le diamètre de l'artère, puis pressez-la entre les doigts, pour y intercepter le cours du sang, et vous la verrez peu à peu diminuer de volume au dessous de l'endroit comprimé, et se vider du sang qu'elle contenait. Laissez ensuite le sang y pénétrer de nouveau en cessant de la comprimer, vous la verrez bientôt se distendre à chaque contraction du ventricule, et reprendre les dimensions qu'elle avait précédemment (1).

Mais, tout en considérant comme certaines la contraction et la dilatation des artères, je suis loin de penser, avec quelques auteurs du siècle dernier, qu'elles se dilatent d'elles-mêmes, et qu'elles se contractent à la manière des fibres musculaires; je suis certain, au contraire, qu'elles sont passives dans les deux cas, c'est-à-dire que leur dilatation et leur resserrement ne sont qu'un simple effet de l'élasticité de leurs parois, mise en jeu par le sang que le cœur pousse continuellement dans leur cavité.

Il n'y a, sous ce rapport, aucune différence entre les grosses et les petites artères. J'ai constaté, par des expériences directes, que, dans aucun point,

Dilatation et
resserrement
des artères.

Expériences
sur
les artères.

(1) Nous devons à M. Poiseuille un instrument fort simple au moyen duquel il est facile de rendre évidente la dilatation et la contraction des artères. Voyez *Journal de Physiologie expérimentale*, année 1830.

s'est élevé contre cette théorie ; il a donné des limites à l'influence du cœur ; il veut qu'elle cesse tout-à-fait à l'endroit où le sang artériel se transforme en sang veineux, c'est-à-dire dans les innombrables petits vaisseaux qui terminent les artères et commencent les veines. Selon lui, à cet endroit, *l'action seule des petits vaisseaux* est la cause du mouvement du sang.

Action
des
capillaires
sur le sang.

Nous avons déjà combattu cette erreur en parlant du cours du sang dans le poumon : les mêmes raisonnements s'appliquent parfaitement ici. Bichat dit que cette action des capillaires consiste dans une *espèce d'oscillation, de vibration insensible des parois vasculaires*. Or, je demande comment une oscillation, ou une vibration *insensible* des parois peut déterminer le mouvement d'un liquide contenu dans un canal. Ensuite, si cette vibration est insensible, qui en a révélé l'existence ? Ne compliquons donc pas une question simple, par des suppositions vagues et dénuées de preuves, et admettons l'explication qui se présente naturellement à l'esprit ; savoir, que la cause principale qui fait passer le sang des artères dans les veines est la contraction du cœur (1).

(1) Voici comment s'exprime sur ce sujet l'auteur de l'article le plus récent sur la circulation :

« Nous croyons donc que les artères agissent dans la circulation, non par une action d'irritabilité du genre de celle

Voici d'ailleurs quelques expériences qui me paraissent rendre le phénomène évident.

Après avoir passé une ligature autour de la cuisse d'un chien, comme je l'ai indiqué tout-à-l'heure, c'est-à-dire sans comprendre ni l'artère ni la veine crurales, appliquez une ligature séparément sur la veine près de l'aîne, et faites ensuite une légère ouverture à ce vaisseau : aussitôt le sang s'échappera en formant un jet assez élevé. Pressez ensuite l'artère entre les doigts pour empêcher le sang artériel d'arriver au membre, le jet de sang veineux ne s'arrêtera pas pour cela, il continuera quelques instants : mais il ira en diminuant, et l'écoulement finira par s'arrêter, quoique la veine soit pleine dans toute sa longueur. Si pendant, la

Expériences
sur le
passage du
sang des
artères dans
les veines.

» qu'on observe dans le cœur, non par une simple élasticité, mais par *une action de contraction qui est en quelque chose organique et vitale*. Cette action de contraction est » plus grande dans les petites artères que dans les grosses, » qui semblent davantage ne développer qu'une pure élasticité, » et elle fonde une seconde cause de la circulation artérielle. » Sans contredit le cœur est la principale, puisque c'est lui » qui imprime la première impulsion au liquide, et que de » plus, en dilatant l'artère, il met en jeu sa force d'élasticité » et de contractibilité ; mais enfin cette dernière doit aussi entrer en ligne de compte. » (Nouveau Dictionn. de Médecine, tom. V, page 320).

Ce langage peut-il être celui de la vérité ?

production de ces phénomènes, on examine l'artère, on verra qu'elle se resserre peu à peu, et qu'elle finit par se vider complètement; c'est alors que le sang de la veine s'arrête : à cette époque de l'expérience, cessez de comprimer l'artère, le sang poussé par le cœur s'y précipitera, et aussitôt qu'il sera arrivé dans les dernières divisions, le sang recommencera à couler par l'ouverture de la veine, et petit à petit le jet se rétablira comme auparavant. Maintenant comprimez de nouveau l'artère jusqu'à ce qu'elle se soit vidée, ensuite n'y laissez pénétrer que lentement le sang artériel : dans ce cas, l'écoulement du sang par la veine se fera, mais il n'y aura pas de jet, tandis qu'il se développera dès que l'artère sera entièrement libre. On obtiendra des résultats analogues en poussant une injection d'eau tiède dans l'artère, au lieu d'y laisser le sang pénétrer, plus l'injection sera poussée avec force; plus le liquide sortira avec promptitude par la veine.

Communica-
tion entre les
artères et les
vaisseaux
lymphatiques

J'ai dit, en parlant des vaisseaux lymphatiques, qu'ils communiquent avec les artères, et que les injections passent aisément des unes dans les autres; cette communication devient encore plus évidente quand on injecte quelques substances salines ou colorantes dans les veines d'un animal vivant. Je me suis assuré plusieurs fois que ces substances passent dans les lymphatiques en moins de deux ou trois minutes, car leur présence

est facile à démontrer dans la lymphé extraite de ces vaisseaux.

Tant que les veines qui sortent des organes sont libres, le sang qui y arrive par les artères traverse leur parenchyme, et ne s'y accumule point; mais si les veines sont comprimées, ou ne peuvent se vider du sang qu'elles contiennent, le sang, arrivant toujours par les artères et ne trouvant plus à s'échapper dans les veines, s'accumule dans le tissu de l'organe, en distend les vaisseaux sanguins, et augmente plus ou moins son volume, surtout si ses propriétés physiques peuvent se prêter à ces changements. Ce phénomène peut être observé sur beaucoup d'organes; mais comme il est plus apparent au cerveau, il y a été plus souvent remarqué.

Gonflement
de quelques
organes
par l'accumu-
lation du sang

Ce gonflement du cerveau par la gêne de la circulation arrive chaque fois que le cours du sang est plus difficile dans le poumon, et, comme cela a lieu en général dans l'expiration, le cerveau se gonfle dans cet instant, d'autant plus que l'expiration est plus complète et plus prolongée. Dans les jeunes animaux, où le cerveau reçoit proportionnellement plus de sang artériel, le gonflement est plus marqué. (*Voyez De l'influence des muscles inspireurs et des expirateurs sur le mouvement du sang.*)

*Remarques sur les mouvements du cœur.*Mouvement
du cœur.

A. L'oreillette et le ventricule droits, l'oreillette et le ventricule gauches, dont nous avons étudié séparément l'action, ne forment réellement qu'un même organe, qui est le *cœur*.

Les oreillettes se contractent et se dilatent ensemble; il en est de même des ventricules, dont les mouvements sont simultanés. Quand on parle de la contraction du cœur, c'est celle des ventricules que l'on désigne; leur resserrement est aussi nommé *systole*; leur dilatation, *diastole*.

La contraction des oreillettes est généralement rapide et brusque; souvent elle a lieu deux fois pour une seule contraction des ventricules. Leur dilatation est plus lente, parce qu'elle dépend de l'abord du sang des veines caves ou pulmonaires; mais si ces veines sont pleines, le sang s'y précipite et les distend avec promptitude. L'effort des colonnes sanguines qui cherchent à s'introduire dans les oreillettes est quelquefois si considérable, que toute contraction cesse dans les parois oriculaires, et qu'il n'y a plus que leur élasticité de mise en jeu. J'ai vu souvent ce phénomène chez des animaux, et je me suis plusieurs fois assuré qu'il arrive aussi chez l'homme. Ici, comme dans maintes autres circonstances, l'élasticité remplace avec avantage la contractilité.

B. Chaque fois que les ventricules se contractent, la totalité du cœur est brusquement portée en avant, et la pointe de cet organe vient frapper la paroi latérale gauche de la poitrine, vis-à-vis l'intervalle des sixième et septième vraies côtes.

Ce choc est accompagné d'un bruit particulier, sur lequel nous reviendrons dans un moment.

Le déplacement en avant du cœur dans la systole des ventricules a donné lieu à une longue et vive controverse: les uns prétendaient que le cœur se raccourcissait en se contractant; les autres soutenaient qu'il s'allongeait, et qu'il devait nécessairement le faire; car sans cela il n'aurait pas pu frapper la paroi du thorax, puisqu'il en est éloigné de plus d'un pouce dans la diastole. Un grand nombre d'animaux furent inutilement sacrifiés pour étudier le mouvement du cœur; dans le même instant ceux-ci voyaient le cœur se raccourcir, et ceux-là le voyaient s'allonger. Ce que les expériences ne purent faire, un raisonnement très-simple le fit. Bassuel intervint dans la dispute, et montra que, si le cœur s'allongeait dans la systole, les valvules mitrales et tricuspides, retenues abaissées par les colonnes charnues, ne pourraient fermer les ouvertures oriculo-ventriculaires. Les partisans de l'allongement ne persistèrent plus; mais il restait à démontrer comment, les ventricules se raccourcissant, le cœur se porte en avant.

Senac fit voir que cela dépendait de trois causes,

1° la dilatation des oreillettes, qui se fait pendant la contraction du ventricule; 2° la dilatation de l'aorte et de l'artère pulmonaire, par suite de l'introduction du sang que les ventricules y ont poussé; 3° le redressement de la crosse de l'aorte par l'effet de la contraction du ventricule gauche.

Bruits
du cœur.

La contraction des ventricules et le mouvement de transport du cœur vers la paroi gauche du thorax sont accompagnés d'un bruit sourd, mais distinct pour une oreille appliquée sur la région cardiaque. Ce son précède d'un moment très-court un autre bruit plus clair, dont nous avons parlé à l'occasion du ventricule droit, et qui accompagne non la contraction, mais la dilatation de cette cavité. Ces deux sons, qui se succèdent rapidement, forment ce qu'on nomme aujourd'hui en physiologie pathologique *les bruits du cœur*, et sont d'un grand secours dans le diagnostic des affections organiques ou autres de cet organe. Tous deux résultent du choc du cœur sur les parois du thorax. Le premier, ou le bruit sourd, dépend, je l'ai déjà dit, du choc de la pointe du cœur sur l'intervalle qui sépare la sixième et la septième côte; mais il peut se produire partout ailleurs, si par une cause quelconque le cœur est déplacé ou la paroi thoracique déformée. Le caractère sourd de ce son paraît dépendre de la masse considérable du corps choquant et du peu d'élasticité du corps choqué.

Son sourd.

Le second bruit correspond à la dilatation des ventricules, et par conséquent à l'entrée rapide du sang dans ces cavités. La formation du bruit a été d'abord attribuée à la contraction des oreillettes, puis au sang qui arrivait brusquement dans les ventricules en frappant leurs parois de manière à y exciter des vibrations sonores; mais ni l'une ni l'autre de ces explications ne sont fondées; je l'ai dit déjà, un cœur mis à nu dans le moment de sa plus grande énergie ne produit aucun bruit, à moins qu'il ne frappe çà et là sur les parties environnantes, et si, comme je l'ai fait, on place à travers les parois thoraciques d'un chien une petite tige mobile sur le ventricule droit et une autre sur la pointe du cœur, il est facile de vérifier que chacun des bruits est accompagné d'un choc qui se manifeste clairement au dehors par un mouvement étendu des petites tiges. Si le second bruit est plus clair, cela tient sans doute à ce que la masse du corps choquant est peu considérable et que le corps choqué est le sternum, qui est beaucoup plus sonore que la paroi latérale du thorax, en grande partie musculaire.

Son clair.

C. Le nombre des battements du cœur est considérable; il est en général d'autant plus grand qu'on est plus jeune.

Nombre des
mouvements
du cœur en
une minute.

les artères ne présentent d'indices d'irritabilité, c'est-à-dire qu'elles restent immobiles sous l'action des instruments piquants, des caustiques et du courant galvanique (1).

Opinion
de Bichat
sur le
cours du sang
artériel.

Ne reconnaissant point la contractilité des parois artérielles, Bichat a dû nécessairement rejeter le phénomène important qui en est l'effet. Il ne croyait donc pas que le sang *coulât* ou se mût d'une manière continue dans ces vaisseaux; il pensait que la masse entière du liquide était déplacée dans l'instant où le ventricule se contracte, et immobile dans l'instant de son relâchement, comme il arriverait si les parois des artères étaient inflexibles.

Cette opinion a été soutenue par un médecin anglais, M. le docteur Johnson, qui a même fait construire une machine pour rendre le phénomène évident: mais il suffit d'ouvrir une artère sur un animal vivant pour voir que le sang sort par un jet *continu-saccadé* si l'artère est grosse, et *continu-uniforme* si l'artère est petite. Or, l'action du cœur étant intermittente, elle ne peut

(1) Le docteur Hastings, d'Édimbourg, ne trouve pas moins de quatre espèces de contractions dans les grosses artères, 1^o l'*annulaire*, 2^o la *rampante*, 3^o la *crispation*, et une quatrième, caractérisée par une *contraction* et une *dilatation alternative*. Enfin, selon le même auteur, le cœur n'aurait point ou peu d'influence sur la circulation. Il est difficile de s'abuser plus complètement.

produire un écoulement continu. Il est donc impossible que les artères n'agissent pas sur le sang.

L'élasticité des parois artérielles représente celle du réservoir d'air dans certaines pompes à jeu alternatif, et qui pourtant fournissent le liquide d'une manière continue; et en général on sait, en mécanique, que tout mouvement intermittent peut être transformé en mouvement continu, en employant la force qui le produit à comprimer un ressort qui réagit ensuite avec continuité.

Passage du sang des artères dans les veines.

Quand une injection est poussée, sur le cadavre, dans une artère, elle revient promptement par la veine correspondante: la même chose a lieu, et encore plus facilement, si l'injection se fait dans l'artère d'un animal vivant. Sur les animaux à sang froid, et même sur des animaux à sang chaud, on voit à l'aide du microscope, le sang passer des artères dans les veines, la communication entre ces vaisseaux est donc directe et extrêmement facile; il est naturel de penser que le cœur, après avoir poussé le sang aux dernières artérioles, continue de le faire mouvoir dans les radicules veineuses, et jusque dans les veines. Harvey et un grand nombre d'anatomistes célèbres le pensaient ainsi. Bichat, dans ces derniers temps,

Passage
du sang des
artères dans
les veines.