

divisions d'un certain calibre éprouvent une dilatation évidente. On nomme ce phénomène la *pulsation* de l'artère. La pulsation est très-sensible près du cœur ; elle va en s'affaiblissant, à mesure qu'on s'en éloigne ; elle cesse quand l'artère, par suite de sa division, est devenue très-petite.

Phénomènes  
du cours  
du sang dans  
l'artère  
pulmonaire.

Un autre phénomène, qui n'est qu'une suite du précédent, s'observe quand on ouvre l'artère. Si c'est près du cœur et dans un lieu où les battements soient sensibles, le sang sort par un jet saccadé ; si l'ouverture est faite loin du cœur, et dans une petite division, le jet est continu et uniforme ; enfin, si on ouvre un des vaisseaux infiniment petits qui terminent l'artère, le sang sort, mais sans former de jet : il se répand uniformément en nappe.

Nous voyons d'abord dans ces phénomènes une nouvelle application du principe d'hydrodynamique déjà cité, relatif à l'influence de la largeur du tuyau sur le liquide qui le parcourt : plus le tuyau s'élargit, plus la vitesse se ralentit. La capacité du vaisseau allant croissant à mesure qu'il avance vers le poumon, il est nécessaire que la vitesse du sang diminue.

Cours  
du sang dans  
l'artère  
pulmonaire.

Quant à la pulsation de l'artère et à la saccade du sang qui s'en échappe quand elle est ouverte, on voit évidemment que les deux effets tiennent à la contraction du ventricule droit et à l'introduction d'une certaine quantité de sang dans l'artère,

qui a lieu par cette cause. Pourquoi ces deux effets vont-ils en s'affaiblissant à mesure qu'ils se propagent, et pourquoi cessent-ils tout-à-fait dans les dernières divisions de l'artère ? Il n'est pas impossible, je pense, d'en donner une raison mécanique satisfaisante.

En effet, concevons un canal cylindrique d'une longueur quelconque, à parois élastiques, et plein de liquide : si l'on y introduit tout à coup une certaine quantité de nouveau liquide, la pression sera répartie également sur tous les points des parois qui seront également distendues. Supposons maintenant que le canal se divise en deux parties, dont les sections réunies forment une surface égale à celle de la section du canal : la distension produite par l'introduction brusque d'une certaine quantité de liquide se fera moins sentir dans les deux divisions que dans le canal ; car la circonférence totale des deux canaux étant plus considérable que celle du canal unique, elle résistera davantage ; et si l'on suppose enfin que ces deux premières divisions se divisent et se subdivisent à l'infini, comme la somme des circonférences des petits canaux sera de beaucoup supérieure à celle du canal unique, la même cause qui produira une distension sensible dans le canal et ses principales divisions n'en produira plus d'appréciable dans les dernières divisions, à raison de la résistance plus considérable des

Explication  
de la  
cessation des  
pulsations  
dans  
les petites  
artères.

ques instants, d'envoyer du sang dans l'artère, le cours du sang dans le poumon n'en continuera pas moins, car l'artère se rétrécit à mesure que l'écoulement s'effectue, et il faudrait qu'elle eût le temps de se vider complètement pour que le cours du sang s'arrêtât tout-à-fait : cette suspension ne peut arriver pendant la vie. Le passage du sang à travers le poumon est nécessairement continu, mais inégalement rapide, suivant la quantité de sang que le ventricule envoie dans l'artère pulmonaire à chaque contraction.

Quantité  
de sang qui  
sort du  
ventricule à  
chaque  
contraction.

A diverses reprises, on a cherché à déterminer la quantité de sang qui entre dans l'artère pulmonaire à chacune des contractions du ventricule ; en général, on a pris pour mesure la capacité de celui-ci, croyant que tout le sang qui s'y trouve passe dans l'artère au moment de la contraction ; mais ce qui a été dit plus haut fait assez voir combien cette appréciation est inexacte, et puisqu'il n'y a qu'une partie du sang qui entre dans l'artère, et qu'il est impossible de savoir combien passe et combien reste, il est évident que tous les calculs ne conduisent pas à la connaissance de la vérité.

Au reste, c'est bien plutôt le mécanisme par lequel le sang passe du ventricule dans l'artère, et celui de son cours dans ce vaisseau, qu'il importe de saisir ; connaîtrait-on avec précision la quantité de sang qui passe dans un temps donné,

aucune conséquence importante ne s'en déduirait.

En parcourant les petits vaisseaux qui terminent l'artère et qui commencent les veines pulmonaires, le sang veineux change de nature par l'effet du contact de l'air ; il acquiert les qualités de sang artériel : c'est ce changement dans les propriétés du sang, qui constitue essentiellement la respiration.

## DE LA RESPIRATION,

OU

## TRANSFORMATION DU SANG VEINEUX EN SANG ARTÉRIEL.

L'une des conditions indispensables à notre existence, c'est que le sang soit sans cesse en contact avec l'air par une surface équivalente, pour l'étendue, à la superficie du corps. Dans ce contact l'air enlève au sang quelques uns des éléments qui le composent, et réciproquement le sang s'empare des éléments de l'air. L'échange chimique qui s'établit ainsi entre le sang et l'air, constitue la *respiration* ou la *transformation du sang veineux en sang artériel*.

Des auteurs estimés en ont une autre idée ; plusieurs la définissent l'entrée et la sortie de l'air du poumon ; mais ce double mouvement peut s'effectuer sans qu'il y ait pour cela respiration. D'autres croient qu'elle consiste dans le passage du

Nécessité  
du contact  
de l'air  
et du sang.

sang à travers le poumon ; mais il arrive souvent que ce passage se fait quoiqu'il n'y ait pas respiration.

Pour étudier avec fruit cette fonction, il faut avoir une connaissance exacte de la structure du poumon, des notions précises sur les propriétés physiques et chimiques de l'air atmosphérique ; il faut savoir par quel mécanisme cet air peut pénétrer dans la poitrine ou en sortir. Quand nous aurons fait connaître chacun de ces points, nous décrirons le phénomène de la transformation du sang veineux en sang artériel.

*Des poumons.*

*Idee générale  
du poumon.*

Dans la structure des poumons, la nature a résolu un problème mécanique d'une extrême difficulté : il s'agissait d'établir une immense surface de contact entre le sang et l'air, dans l'espace peu considérable qu'occupent les poumons. L'artifice admirable employé consiste en ce que chacun des petits vaisseaux qui terminent l'artère pulmonaire et commencent les veines du même nom est environné de tous côtés par l'air. Or, en additionnant les parois de tous les capillaires du poumon, on aura une surface extrêmement étendue, où le sang n'est séparé de l'air que par la paroi mince des vaisseaux qui le contiennent. Si cette paroi était imperméable, comme le serait, par exemple,

*Disposition  
physique  
du poumon.*

une lame métallique, ce serait en vain que l'air se trouverait si près du sang, il n'y aurait aucune réaction chimique des deux corps l'un sur l'autre ; mais toutes les membranes de l'économie, particulièrement celles qui sont minces, sont facilement perméables aux gaz, et même aux liquides peu visqueux, en sorte que les parois des capillaires pulmonaires, suffisamment épaisses pour retenir toute la partie visqueuse du sang, ne mettent que fort peu d'obstacle au passage des gaz et à celui de la sérosité du sang ; elles se laissent également traverser par les liquides ou vapeurs qui sont accidentellement introduits dans les poumons.

Il ne faudrait pas cependant supposer que le poumon a, relativement à la respiration, des propriétés tout-à-fait spéciales à l'exclusion des autres organes ; car tous les petits vaisseaux qui contiennent du sang veineux, et qui se trouvent accidentellement en contact avec l'air, deviennent le siège du phénomène de la respiration. Le poumon est seulement beaucoup mieux disposé qu'aucun autre organe pour la production du phénomène.

Sous le rapport anatomique, les poumons sont deux organes vasculaires, d'un volume considérable, situés dans les parties latérales de la poitrine. Leur parenchyme est divisé et subdivisé en lobes et en lobules, dont le nombre, la forme et les dimensions sont difficiles à déterminer.

Tous les  
petits vais-  
seaux sont  
aptes à la  
respiration.

Structure  
des lobules  
pulmonaires.

L'examen attentif d'un lobule pulmonaire apprend qu'il est formé par un tissu spongieux, dont les aréoles sont si petites, qu'il faut une forte loupe pour les voir distinctement; ces aréoles communiquent toutes entre elles, et sont ensemble enveloppées par une couche mince de tissu cellulaire, qui les sépare des lobules voisins.

Dans chaque lobule viennent se rendre une des divisions des bronches et une de l'artère pulmonaire; cette dernière se distribue dans l'épaisseur du lobule; elle s'y transforme en un nombre infini de radicules des veines pulmonaires. Ce sont ces nombreux petits vaisseaux par lesquels se termine l'artère et commencent les veines pulmonaires, qui, en s'entre-croisant et s'anastomosant de diverses manières, forment les aréoles du tissu des lobules (1); la petite division bronchique qui aboutit au lobe ne pénètre pas dans son intérieur, et finit brusquement aussitôt qu'elle est arrivée au parenchyme.

Cette dernière circonstance me paraît remarquable; car, puisque la bronche ne pénètre pas dans le tissu spongieux du poumon, il est peu probable que la surface des cellules avec lesquelles l'air se trouve en contact soit revêtue par la membrane muqueuse. L'anatomie la plus exacte ne

(1) Cette disposition existe d'une manière on ne peut plus évidente dans les poumons des reptiles.

pourrait du moins en démontrer l'existence dans cet endroit.

Une partie du nerf de la huitième paire et des filets du sympathique se répandent dans le poumon, mais sans qu'on sache comment ils s'y comportent. La surface de l'organe est recouverte par la plèvre, membrane séreuse analogue au péritoine pour la structure et les fonctions.

Autour des bronches, et près du lieu où elles s'enfoncent dans le tissu du poumon, existent un certain nombre de glandes lymphatiques dont la couleur est à peu près noire, et auxquelles viennent se rendre les vaisseaux lymphatiques peu nombreux qui naissent de la surface et de la profondeur du tissu pulmonaire.

Glandes  
des  
poumons.

L'art des injections fines nous fournit, relativement au poumon, quelques renseignements qu'il ne faut pas laisser échapper.

Si l'on pousse une injection d'eau colorée dans l'artère pulmonaire, la matière injectée passe aussitôt dans les veines pulmonaires; mais en même temps une petite partie pénètre dans les bronches. Si l'injection est faite par une veine pulmonaire, le liquide passe de même en partie dans l'artère, et en partie dans les bronches. Enfin, si l'on introduit l'injection par la trachée, on la voit quelquefois pénétrer dans l'artère et dans les veines pulmonaires, et même dans l'artère et la veine bronchique.

Expériences  
sur  
le poumon.

Les poumons remplissent en grande partie la

cavité de la poitrine, s'agrandissent et se resserrent avec elle; formés presque en totalité par des vaisseaux sanguins ou aériens très-élastiques, ils sont eux-mêmes doués d'une très-grande élasticité; et comme ils communiquent avec l'air extérieur par la trachée-artère et le larynx, chaque fois que la poitrine s'agrandit, ils sont distendus par l'air, qui est expulsé quand la poitrine reprend ses dimensions premières. Il est donc nécessaire que nous nous arrêtions un instant à l'examen de cette cavité.

*Du thorax.* La *poitrine*, ou le *thorax*, a la forme d'un cône, dont le sommet est en haut, la base en bas; en arrière, la poitrine est formée par les vertèbres dorsales, en avant par le sternum, et latéralement par les côtes; ces derniers os sont au nombre de douze de chaque côté: on distingue

*Des côtes.* les côtes en *vertébro-sternales*, et en *vertébrales*. Il y en a sept des premières et cinq des secondes. Les vertébro-sternales, ou les *vraies* côtes, sont les plus supérieures; elles s'articulent en arrière avec les vertèbres, comme les vertébrales; en avant, elles s'articulent avec le sternum, au moyen d'un prolongement appelé *cartilage des côtes*.

C'est la longueur, la disposition, et les mouvements des côtes sur les vertèbres, qui déterminent la forme et les dimensions apparentes de la poitrine.

Le même muscle que nous avons vu former la

paroi supérieure de l'abdomen, forme aussi la paroi inférieure du thorax; il s'attache, par sa circonférence, au contour de la base de la poitrine; mais son centre s'élève dans la cavité pectorale, et forme, lorsqu'il est relâché, une voûte dont la partie moyenne est de niveau avec l'extrémité inférieure du sternum: en sorte que la cavité du thorax se trouve partagée en deux portions, l'une supérieure *pectorale*, et l'autre inférieure ou *abdominale*. En effet, c'est dans la première seulement que sont logés les organes pectoraux, tels que les poumons, le cœur, etc. La seconde contient le foie, la rate, l'estomac, etc.

Des muscles nombreux s'attachent aux os qui forment la charpente du thorax; de ces muscles, les uns sont destinés à rendre les côtes moins obliques sur la colonne vertébrale ou à agrandir la capacité de la poitrine; les autres abaissent les côtes, les rendent plus obliques sur les vertèbres, et diminuent ainsi la capacité du thorax.

Il importe que nous prenions connaissance du mécanisme par lequel la poitrine s'agrandit ou se resserre, plusieurs phénomènes de la respiration étant liés intimement avec ses variations de capacité.

La poitrine peut se dilater verticalement, transversalement et d'avant en arrière, c'est-à-dire suivant ses principaux diamètres.

Le principal, et pour ainsi dire le seul agent de

parois (1). Le phénomène sera encore plus marqué si la capacité des divisions, au lieu d'être égale, est supérieure à celle du canal.

Explication  
de la  
cessation des  
pulsations  
dans  
les petites  
artères.

Cette dernière supposition est réalisée dans l'artère pulmonaire, dont la capacité augmente à mesure qu'elle se divise et se subdivise; par conséquent il est évident que les effets de l'introduction de la quantité de sang à chaque contraction du ventricule droit doivent diminuer en se propageant, et cesser tout-à-fait dans les dernières divisions du vaisseau.

Ce qu'il ne faut pas omettre, c'est que la contraction du ventricule droit est la cause qui met continuellement en jeu l'élasticité des parois de l'artère, c'est-à-dire qui les maintient distendues au point qu'en vertu de leur élasticité elles font toujours effort pour revenir sur elles-mêmes et expulser le sang. D'après cela, on voit que des

(1) Pour bien concevoir ceci, il faut se rappeler que les surfaces des cercles sont proportionnelles aux carrés de leurs circonférences. Ainsi, dans la division du canal en deux autres, que nous avons supposée, si chaque circonférence devenait seulement moitié de la circonférence primitive, les surfaces de chacun des canaux secondaires ne seraient que le quart de la surface du canal primitif; et ses surfaces réunies ne formeraient que la moitié de celle du canal. Pour que l'égalité ait lieu, il faut donc que les circonférences réunies des deux divisions excèdent la circonférence du canal principal.

deux causes qui font mouvoir le sang dans l'artère pulmonaire, il n'en existe réellement qu'une seule; c'est la contraction du ventricule, celle de l'artère n'étant que l'effet de la distension qu'elle a éprouvée dans l'instant où une certaine quantité de sang a pénétré dans sa cavité, pressée par le ventricule.

Des auteurs ont cru voir dans le resserrement de l'artère pulmonaire quelque chose d'analogue à la contraction des muscles; mais, soit qu'on l'irrite avec la pointe d'un instrument ou des caustiques, soit qu'on la soumette à un courant galvanique, jamais aucun mouvement analogue à celui des fibres musculaires ne s'y fait apercevoir. Ce resserrement doit donc être considéré comme un simple effet de l'élasticité.

Pour faire bien sentir l'importance de l'élasticité des parois de l'artère, supposons un instant qu'avec ses dimensions et sa forme ordinaires elle devienne un canal inflexible: aussitôt le cours du sang est complètement changé; au lieu de traverser le poumon d'une manière continue, il ne passera plus dans les veines pulmonaires que dans l'instant où il sera poussé par le ventricule; encore faut-il supposer que celui-ci enverra toujours assez de sang pour tenir l'artère parfaitement pleine; s'il en était autrement, le ventricule pourrait se contracter plusieurs fois avant que le sang traversât le poumon. Au lieu de cela, voyons ce qui se passe réellement: que le ventricule cesse, pour quel-

Utilité  
de l'élasticité  
des parois  
artérielles.