

LEÇONS

SUR

LES ANESTHÉSIIQUES

ET L'ASPHYXIE

LEÇON D'OUVERTURE

SOMMAIRE: Méthode expérimentale appliquée en particulier à l'étude du sang. — Histoire de la circulation : notions données par l'anatomie sur le cadavre; notions données par les vivisections. — Importance de l'étude du sang. — Importance de cette étude au niveau des divers organes et aux moments de repos ou d'action de ces organes. — Couleur. — Température du sang. — Composition du sang : plasma et globules. — Séparation du plasma et des globules, circonstances qui favorisent cette séparation. — Coagulation du sang. — Le plasma est le véritable milieu intérieur. — Rôle spécial des globules. — Réaction alcaline du sang. — Des gaz du sang. — Éléments azotés du sang. — Éléments non azotés. — But spécial du cours.

MESSIEURS,

La série de leçons que nous commençons aujourd'hui sera destinée à vous montrer comment les moyens d'investigation de la méthode expérimentale ont dû pénétrer successivement dans la médecine, de même qu'ils se sont introduits d'abord dans les autres sciences plus simples. Le point de vue particulier auquel nous nous placerons sera l'étude du sang, et encore cette étude sera-t-elle limitée à l'analyse des faits qui sont de nature à nous permettre d'établir la théorie physiologique de deux phé-

nomènes d'une importance capitale, de l'*anesthésie* et de l'*asphyxie*.

La méthode expérimentale est en réalité toujours la même philosophiquement, quelle que soit la science à laquelle on veuille l'appliquer; mais il faut cependant la modifier dans ses procédés spéciaux d'investigation lorsque l'on s'occupe de corps vivants, comme nous le verrons dans la suite.

La proposition fondamentale qui constitue en quelque sorte notre axiome en médecine expérimentale, c'est que nous ne devons jamais établir de séparation réelle entre les phénomènes physiologiques et les phénomènes pathologiques : ces derniers n'étant que des modifications ou des altérations des premiers; il n'y a en réalité qu'une seule physiologie, qui comprend l'étude des fonctions à l'état physiologique et à l'état pathologique.

Un autre point sur lequel nous avons déjà beaucoup insisté en d'autres circonstances, c'est que l'expérimentation, loin d'exclure l'observation, se fonde au contraire sur elle. L'observation représente dans toutes les sciences le premier degré de l'investigation scientifique.

Toutefois en médecine et en physiologie, l'observation est insuffisante à nous fournir l'explication des phénomènes. Nous sommes toujours obligés d'en venir à l'expérimentation après avoir épuisé toutes les formes de l'observation. Tel est le point essentiel que j'aurai bien souvent l'occasion de vous rappeler, et que je tiens à vous signaler dès aujourd'hui.

En vous donnant un aperçu historique de nos connaissances sur le sang et la circulation, nous entrerons dans

des considérations qui vous permettront de constater facilement, qu'à peu près tout ce que nous savons sur ce sujet même a été appris par l'expérimentation.

Le sang est connu de tout temps, puisque l'on fait remonter la pratique de la saignée au siège de Troie. Pour Hippocrate, le sang était une des quatre humeurs animales, savoir : le sang, la pituite, la bile, et l'atrabile. Mais où se trouvait placé le réservoir du sang? L'observation simple des phénomènes vitaux extérieurs ne pouvait nous l'apprendre; il fallait pour cela expérimenter, pénétrer dans l'intérieur du corps, non-seulement après la mort, mais aussi pendant la vie.

Érasistrate, qui passe pour avoir le premier ouvert un corps humain, soutint que les veines seules contenaient du sang et que les artères renfermaient de l'air qui y entraient par la trachée-artère. Il devait en effet arriver à cette conclusion; car sur les cadavres on trouve généralement les artères vides de sang et pleines d'air, tandis que le système veineux est plus ou moins gorgé de sang. On se rend ainsi compte de l'erreur d'Érasistrate, qui subsista jusqu'à ce que Galien vint prouver que les artères renfermaient aussi du sang (1). Galien expérimenta sur des animaux vivants, et il démontra que lorsqu'on coupe une artère, il s'en écoule du sang, et que lorsqu'on lie le vaisseau, le sang s'arrête.

Ainsi, nous voyons que cette erreur, qui consistait à regarder les artères comme des conduits aériens, était le résultat des autopsies cadavériques, tandis que l'opi-

(1) Galien, *Utilité des parties*, liv. VI, chap. XII, et *Oeuvres complètes*, trad. Daremberg. Paris 1854, t. I, p. 421.

nion vraie n'a pu être acquise que par des expériences faites sur le vivant. Cela nous montre, en d'autres termes, que ce que l'on observe dans les autopsies cadavériques ne s'applique réellement qu'aux cadavres, tandis que ce que l'on voit dans les vivisections, qui ne sont que des autopsies vivantes, s'applique bien à l'être vivant.

Mais Galien ne se contenta pas de constater un fait expérimental vrai, à savoir qu'il existe, dans les veines et dans les artères, du sang dont il reconnut la différence de coloration, ce qui l'amena tout naturellement à distinguer deux sangs, le sang veineux et le sang artériel. Il se laissa emporter par son imagination, et il alla bien au delà des faits, ainsi que cela s'est vu d'ailleurs tant de fois dans l'histoire de la science, et souvent pour les hommes les plus éminents. Galien donc, bien que partant de l'expérience, se lança dans le domaine des hypothèses et construisit de toutes pièces une doctrine physiologique et pathologique du sang et de sa circulation, doctrine qui fut universellement adoptée et qui a résisté jusqu'au xvi^e siècle, époque à laquelle les expériences seules purent en démontrer la fausseté.

Pour Galien, le sang avait son centre d'origine dans le foie : de là, ce liquide se partageait en deux parties ; une qui allait aux organes les plus grossiers par les veines, l'autre qui allait au cœur et se rendait dans le ventricule droit. Arrivé en ce point, le sang passait dans le cœur gauche, grâce à une infinité de petits trous imaginaires dont la cloison de séparation devait être percée. C'est ensuite dans le cœur gauche que le sang trouvait la chaleur innée du cœur ; il devenait là sang vital et se ren-

dait aux organes les plus délicats, et notamment au cerveau où il développait les esprits animaux. Galien admettait en effet l'existence de trois esprits chez les êtres vivants : l'esprit naturel qui résidait dans le foie ; l'esprit vital dont le siège était dans le cœur gauche, et enfin les esprits animaux que le sang dégageait en quelque sorte dans les ventricules du cerveau. Galien reconnaissait d'ailleurs les quatre humeurs d'Hippocrate correspondant aux quatre éléments : l'eau, l'air, le feu et l'eau, et aux quatre tempéraments : le sanguin, le pituiteux, le bilieux et l'atrabilaire, etc.

Il me sera facile maintenant de vous montrer comment toutes les expériences de Galien sont restées, tandis que ses hypothèses ont disparu l'une après l'autre, grâce uniquement aux recherches anatomiques et aux expériences successives qui sont venues substituer la vérité à l'erreur.

La première des erreurs que nous voyons disparaître est le passage du sang du cœur droit au cœur gauche, au travers de la cloison qui les sépare. Personne n'avait pu découvrir les petits trous inventés par Galien pour satisfaire à ses vues théoriques, mais cependant on en admettait l'existence sur l'autorité du maître et l'on continuait d'enseigner ses idées. Vésale osa dire, le premier, que les trous de la cloison interventriculaire admis par Galien n'existaient pas, et Servet (1), en découvrant la circulation pulmonaire, permit de démontrer expérimentalement que le sang passait du cœur droit au cœur

(1) Michel Servet, *Christianismi restitutio : De Trinit. divin. etc.*, lib. V, 1553.

gauche, non au travers de la cloison du ventricule, mais en se rendant d'abord dans le poumon, avant d'aller au ventricule gauche.

Les idées erronées de Galien sur la circulation veineuse subsistaient néanmoins toujours; il croyait, comme nous le savons, que le sang coulait dans les veines du centre à la périphérie. Ce furent les expériences de Harvey qui détruisirent cette seconde erreur galénique. Harvey (1) démontra la direction de la circulation veineuse, et reconnut le passage du sang des artères dans les veines à la périphérie. Il confirma donc la découverte de Servet et découvrit le mécanisme général de la circulation du sang dans le corps vivant (2).

Ainsi, il n'y a aucun doute à cet égard; c'est à l'aide des dissections anatomiques et des expériences sur les animaux vivants qu'on est arrivé à toutes les découvertes faites successivement sur la circulation du sang. L'observation simple eût été tout à fait impuissante à nous donner ces connaissances.

Voyons maintenant ce qui est relatif à l'hématose du sang : Galien pensait qu'elle avait lieu dans le foie. D'après lui, les aliments déjà en partie dissous et purifiés par leur passage dans l'estomac, étaient amenés dans le foie par la veine porte, et c'est là que se formait une sorte de coction ou de fermentation dont le dépôt était la bile qui se rendait dans la vésicule, et aussi l'atrabile qui s'accumulait dans

(1) G. Harvey, *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*. Francfort, 1628.

(2) Voyez : P. Flourens, *Histoire de la découverte de la circulation du sang*. Paris, 1854.

la rate. Le sang, une fois formé dans le foie, arrivait au cœur droit.

L'idée de l'hématose du sang dans le foie fut d'abord ruinée par la découverte de Servet, qui reconnut non-seulement que le sang traverse le poumon avant de revenir dans le ventricule gauche, mais qui comprit que cet organe devait avoir une action directe sur le sang. Lower constata en effet plus tard (1) que le sang était noir avant de pénétrer dans le poumon et qu'il en sortait rouge. Il attribua cette modification du sang à l'action de l'air et il fit à ce sujet une expérience digne des meilleurs temps de la physiologie. Après avoir ouvert la poitrine d'un animal et arrêté de cette façon la respiration, il vit que le sang traversait le poumon sans devenir rouge; prenant alors un soufflet et insufflant de l'air dans le poumon, le sang qui se rendait au cœur gauche redevint rouge aussitôt. L'expérience était concluante, et il était certain que le changement de couleur du sang s'effectuait dans le poumon au contact de l'air, et c'est là qu'on place le siège de l'hématose.

Galien avait admis que les aliments dissous étaient portés au foie par la veine porte. Aselli vint aussi combattre cette opinion par des expériences. Aselli (2), ayant ouvert le ventre d'un chien à qui on avait donné à manger peu de temps auparavant, aperçut des vaisseaux pleins d'un liquide blanchâtre, qui n'était autre que le chyle. Il conclut naturellement de là que la veine porte ne servait pas, comme l'avait admis Galien, à charrier les produits de la digestion.

(1) Lower, *Tractatus de corde*. Amstel. 1669.

(2) Gaspard Aselli, *De lactibus sive lacteis venis*. Milan, 1627.

Les partisans de Galien continuèrent cependant à soutenir leur théorie en disant que les aliments ne s'en rendaient pas moins au foie, où l'on supposait alors que les chylifères devaient aboutir. Mais bientôt Pecquet (1) vint démontrer, par de nouvelles expériences, que ces vaisseaux chylifères, au lieu d'aller au foie, se réunissaient dans une dilatation du système lymphatique, la citerne de Pecquet, et que le chyle était ensuite porté par le canal thoracique et versé dans le sang peu avant le poulmon, dans la veine sous-clavière. Alors le foie fut complètement dépossédé de la faculté hématosique.

Dans sa doctrine, qui n'était au fond qu'un tissu d'hypothèses mêlé à quelques faits vrais, Galien admettait encore, dans le ventricule gauche, l'existence d'une chaleur innée, et c'était sous l'influence de cette chaleur innée que se développait l'esprit vital qu'il avait imaginé et localisé dans ce même ventricule. C'est après avoir été imprégné de cet esprit vital que le sang qui sortait du ventricule gauche se rendait au cerveau pour y préparer les esprits animaux, qui se répandaient ensuite dans tout le corps au moyen des nerfs. Servet admit encore la chaleur innée et les esprits animaux, mais il avait abandonné l'esprit naturel que Galien supposait exister dans le foie. Quant à Descartes, il abandonna la chaleur innée et l'esprit vital ainsi que l'esprit naturel, mais il continua d'admettre l'existence des esprits animaux se formant dans le cerveau et se distribuant ensuite dans les nerfs.

(1) Jean Pecquet, *Exper. nov. anat.* Paris, 1651.

Cette théorie des esprits animaux a persisté jusqu'au siècle dernier, et ce n'est que depuis les expériences de Haller, de Bichat, qu'elle a définitivement disparu et que les esprits animaux ont été remplacés par les propriétés vitales des tissus.

La chaleur innée fut aussi renversée par les progrès de la chimie moderne et par les expériences de Lavoisier sur la respiration, expériences dont il déduisit une théorie dans laquelle il assimilait cet acte physiologique à une combustion capable de produire de la chaleur, ainsi que cela se voit dans tous les procédés chimiques de cette nature.

En résumé, nous avons vu toutes les idées erronées de Galien disparaître peu à peu et successivement, à mesure que les expériences, en se multipliant, nous ont apporté des connaissances positives.

Je vous ai retracé cette esquisse historique rapide pour que vous restiez bien convaincus que toutes les erreurs ne prennent naissance que quand on abandonne la voie expérimentale, et que la seule manière de les faire disparaître est de les soumettre au critérium des expériences, qui les juge définitivement.

Ainsi se trouve justifiée la proposition que j'ai émise en commençant, à savoir qu'en physiologie, l'observation simple nous laisserait dans l'ignorance ou livrés aux hypothèses et à toutes sortes d'erreurs et privés des moyens de les faire disparaître, si nous ne pouvions recourir aux expériences sur l'organisme vivant.

Le sang et la circulation du sang ont été l'objet d'un nombre considérable de recherches faites dans la voie

expérimentale physiologique, physique et chimique. Nous verrons que c'est à ce triple point de vue qu'il faut toujours considérer les phénomènes de la vie. Nous nous bornerons à dire tout d'abord que le sang est le théâtre de toutes les actions vitales et qu'il mérite, en conséquence, la principale attention de la part des médecins. C'est dans le sang, en effet, que nous devons trouver les conditions de la vie de tous les tissus et de tous les organes. C'est dans le sang que pénètrent toutes les substances nutritives, médicamenteuses ou autres absorbées par diverses voies. — C'est enfin sur ce fluide vital le plus important que doivent porter les recherches que j'ai à vous exposer dans le cours de ces leçons.

Dans l'étude du sang il faut non-seulement examiner le rôle général qu'il joue dans les phénomènes de la vie, il faut indiquer les moyens d'investigations que la science expérimentale possède aujourd'hui, pour analyser les propriétés de ce liquide à l'état physiologique et à l'état pathologique. Non-seulement l'analyse expérimentale est indispensable dans l'étude du sang, mais encore faut-il la pousser assez loin pour pouvoir se rendre compte des différents états dans lesquels il peut se présenter. On ne saurait en effet considérer le sang comme un fluide partout homogène. Il ne suffit plus de distinguer le sang en sang artériel et veineux, mais il faut différencier et caractériser le sang veineux de chaque organe. Le sang artériel n'est en définitive que le sang veineux du poumon. Il est vrai que dans le poumon, le sang se charge d'oxygène nécessaire à la vie de tous les organes ; mais il serait également vrai de dire que chaque organe doit fournir au sang

quelque élément spécial nécessaire aux autres organes ; car ce liquide n'est au fond qu'un produit de sécrétion organique.

Tout ce que nous dirons sur le sang se rapportera spécialement au sang des animaux supérieurs et particulièrement au sang de l'homme, auquel nous devons constamment faire allusion, quand il s'agit d'un cours de médecine humaine.

Pour définir le sang d'une manière générale, nous dirons que nous considérons ce liquide comme un véritable milieu que tous les organes concourent à former et dans lequel ils vivent. Les anciens avaient déjà observé que le sang était indispensable à notre existence ; mais ils avaient cherché l'explication de ce fait dans un principe subtil que renfermait le sang, l'âme, le principe vital, les esprits animaux, etc. Aujourd'hui, la physiologie en est arrivée à voir, ainsi que nous l'avons dit, qu'il fallait chercher les causes immédiates des phénomènes vitaux uniquement dans les propriétés des différents tissus ou liquides du corps vivant.

Cette analyse des propriétés vitales du sang doit être poussée aussi loin que nos moyens d'investigation nous permettent de le faire en ce moment. C'est dans les propriétés de ce liquide que nous trouverons, d'une part les causes de la vie, et d'autre part, celles des troubles survenus dans l'économie, par suite des modifications qu'éprouve l'un ou l'autre de ses éléments.

Les études faites par les anciens sur le sang leur avaient déjà fait reconnaître quelques-unes de ses propriétés. Le sang offre une couleur rouge caractéristique

chez l'homme et les animaux supérieurs, qu'on a appelés à cause de cela animaux à sang rouge. Mais, comme nous l'avons déjà dit, le sang est en réalité un milieu intérieur pour les organismes cellulaires élémentaires; car la vie de l'organisme total ne saurait être comprise aujourd'hui que par la vie cellulaire des éléments des tissus. Comme tous les milieux propres à entretenir la vie, le sang doit contenir de l'eau, avoir un certain degré de chaleur, une certaine réaction. Mais si toutes ces propriétés du milieu intérieur doivent sans doute être constantes, elles ne sauraient être absolument fixes, comme quelques physiologistes ou médecins ont paru le croire; elles oscillent dans des limites qu'il importe beaucoup au physiologiste de connaître, ainsi que vous pourrez en juger par ce qui va suivre.

La couleur du sang, par exemple, est très-variable: je vous ai dit que, pour Galien, il existait déjà deux sortes de sang, l'un rouge, le sang artériel, et l'autre noir, le sang veineux. Rien ne paraissait mieux établi que cette distinction, et Bichat l'a consacrée en appelant le système veineux de la grande circulation, système à sang noir, et le système artériel, système à sang rouge; cependant cette distinction est tout à fait empirique, et il serait souvent très-difficile de reconnaître la provenance d'un sang uniquement à sa couleur.

Haller a beaucoup insisté sur les variations de couleurs que peut présenter le sang veineux dans les saignées pratiquées chez l'homme, et il va jusqu'à dire que la couleur rouge n'est pas toujours due à l'action du poumon.

Dans l'état normal comme dans l'état pathologique, le

sang veineux des organes peut être tantôt rouge, tantôt noir. J'ai montré qu'il y a un organe dont le sang veineux à l'état physiologique est à peu près toujours rouge: c'est le rein. Le sang des glandes sous-maxillaires est tantôt rouge, tantôt noir, et j'ai fait voir que le sang des glandes est toujours rouge pendant la fonction glandulaire, et noir pendant le repos de l'organe.

C'est pour cette raison que le sang veineux est toujours rouge dans le rein, attendu que dans cet organe la sécrétion est continue, condition qui n'existe pas pour la plupart des autres glandes où la sécrétion est intermittente.

Pour le système musculaire, c'est l'inverse des glandes. Pendant la contraction, le sang veineux est noir; lorsque le muscle est en repos relativement, le sang est presque rouge. Enfin, si le repos est absolu (le nerf étant coupé par exemple), le sang veineux est alors parfaitement rouge.

Ces faits, résultats d'expériences bien positives, prouvent que le sang veineux peut affecter diverses couleurs; aussi j'ai fait observer depuis longtemps que si l'on veut faire une étude approfondie du sang, il faut l'examiner non-seulement dans les différents organes, mais encore sous les divers états que ces organes peuvent affecter, c'est-à-dire à l'état sain et à l'état malade, dans l'état de repos, dans l'état de fonction. Ce n'est qu'en effectuant des recherches dans toutes ces conditions et en suivant cette marche, qu'il sera possible d'espérer rendre compte exactement des diversités et de la complexité des phénomènes de la vie.

Passons maintenant à une autre propriété physique du

sang, sa température. Tout le monde sait que cette chaleur propre du sang est indispensable à la vie. Chez les animaux à sang chaud, cette chaleur a sa source au sein même de l'organisme. Les anciens l'avaient déjà constaté, mais ils la rattachaient, comme nous l'avons vu, à une chaleur innée se développant dans le cœur, dans le ventricule gauche : c'était une sorte de force vitale ; telle était l'opinion émise par Galien. Cette chaleur innée a été abandonnée lorsque sont nées les théories nouvelles sur la respiration qui rattachent la production de la chaleur animale à cette fonction. Nous savons que la respiration a été considérée par Lavoisier comme une vraie combustion. Toutefois, je crois que la plupart des phénomènes de l'organisme doivent plutôt rentrer dans des actions attribuées à des fermentations. Mais cela est du reste indifférent pour la question qui nous occupe, parce que dans les deux cas il se développe toujours de la chaleur.

Lavoisier, et ceux qui avaient partagé ses théories, avaient pu penser que le foyer de la chaleur animale était le poumon, là où l'oxygène se met en contact avec le sang, et que là il donnait lieu à la combustion respiratoire. Mais c'est en réalité dans les tissus et dans le sang que se font les phénomènes chimiques respiratoires. Dans le poumon, c'est surtout un phénomène physique d'échange de gaz qui a lieu entre l'atmosphère extérieure et l'atmosphère organique intérieure représentée par le sang.

D'après la théorie de la combustion pulmonaire, le sang artériel devait être plus chaud que le sang veineux. C'est une erreur d'interprétation qui a longtemps subsisté,

parce que les expériences brutes semblaient favorables à cette opinion. En effet, dans les membres, le sang de la veine sous-cutanée est moins chaud que le sang de l'artère ; et cela s'explique très-bien en songeant que la veine est plus superficielle que l'artère, et doit par conséquent perdre plus de chaleur par rayonnement au dehors ; la différence de rapidité de la marche du sang dans ces deux vaisseaux vient également concourir au même résultat. Mais si l'on vient à déplacer le siège des expériences et si on les pratique sur des vaisseaux profondément situés, le phénomène change complètement de face, et l'on voit que le sang veineux est plus chaud que le sang artériel. Ainsi, le sang de la veine cave est plus chaud que celui de l'aorte, et c'est en arrivant au niveau du diaphragme, à l'abouchement des veines sus-hépatiques, qu'on trouve le sang le plus chaud de l'économie. C'est un sang en quelque sorte le plus veineux du corps. Enfin, dans ces expériences, il faut aussi tenir compte de l'état de l'organe ; car, toutes choses égales d'ailleurs, on sait que si l'organe est en fonction, le sang est plus chaud.

Pour comprendre les différentes fonctions du sang dans l'organisme, il faudra donc le considérer comme un liquide doué de propriétés très-mobiles, d'une composition très-complexe et en rapport intime avec la vie même des organes qu'il baigne. Pour arriver à la connaissance exacte du fluide sanguin, il est indispensable en outre d'étudier un à un les différents éléments qui le constituent, le rôle qu'ils jouent, leur constitution chimique, et enfin les altérations qu'ils peuvent subir sous l'influence des