

Bernard, Claude. - De l'influence de deux ordres de nerfs qui déterminent les variations de couleur du sang veineux dans les organes glandulaires.

In : Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1858, Vol. 47, pp. 245-53

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AOUT 1858.

PRÉSIDENTE DE M. DESPRETZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de deux ordres de nerfs qui déterminent les variations de couleur du sang veineux dans les organes glandulaires; par M. CLAUDE BERNARD.*

« Dans une communication faite dans la séance du 25 janvier dernier, j'ai montré que le sang veineux glandulaire et le sang veineux musculaire présentent une coloration absolument opposée quand on les considère pendant l'état d'activité des organes.

» Quand le muscle agit et se contracte, le sang veineux qui en sort est très-noir. Quand la glande fonctionne et expulse le produit de sa sécrétion, le sang veineux qu'elle fournit est au contraire d'une couleur rutilante, parfois tout à fait identique à celle que présente le sang des artères. D'où il suit que dans les glandes à sécrétion intermittente, il existe une alternative de coloration rouge et noire dans le sang veineux, suivant que l'organe est dans l'une ou l'autre des deux conditions physiologiques que l'on a dénommées : état de fonction, état de repos.

» Après avoir établi ces premiers faits, j'ai poursuivi mes recherches dans le but de déterminer quelles sont les modifications de composition qui correspondent à ces différences si tranchées de coloration. J'ai réussi, je

crois, à trouver cette explication. Mais, avant d'entrer dans l'exposé des expériences qui se rapportent au côté purement chimique du phénomène, je crois indispensable de faire connaître les conditions physiologiques du système nerveux qui règlent ces actions chimico-organiques spéciales. J'insisterai même sur ce sujet, parce que l'étude du mécanisme par lequel les nerfs agissent pour effectuer les phénomènes chimiques qui se passent dans l'organisme vivant, m'a toujours paru l'objet capital dont doit se préoccuper le physiologiste.

» I. Je désire montrer aujourd'hui que les conditions chimiques particulières qui, dans les glandes, font apparaître le sang veineux, tantôt rouge, tantôt noir, sont déterminées par l'influence de deux nerfs qui ont des origines distinctes et possèdent une action en quelque sorte antagoniste. Ce qui veut dire, en d'autres termes, qu'il existe un nerf glandulaire qui laisse couler le sang veineux rouge et un autre qui fait devenir le sang veineux noir. Je ferai voir ensuite que chacun de ces nerfs, pour agir chimiquement sur le sang, modifie d'une manière opposée les phénomènes mécaniques de la circulation capillaire. De telle sorte qu'il s'établit une corrélation nécessaire et facile à comprendre entre les modifications chimiques que le sang éprouve dans les tissus organiques et les conditions mécaniques de la circulation capillaire qui sont sous l'influence immédiate des nerfs.

» Afin de mieux préciser les faits qui vont suivre et pour en faciliter l'étude à ceux qui voudront les reproduire, je dois dire que tous les résultats d'expériences dont il va être question ont été obtenus sur la glande sous-maxillaire du chien, qui se prête particulièrement à cette sorte de recherche, à cause de l'intermittence de sa sécrétion, qui rend très-nettes les variations de coloration de son sang veineux.

» Le procédé opératoire qu'il convient de suivre pour découvrir les nerfs de la glande sous-maxillaire n'a pas besoin d'être décrit; car ce n'est qu'une dissection anatomique sur le vivant, que chaque physiologiste pourra faire à sa manière. Seulement je dirai que cette expérience, qui peut être classée au nombre des opérations délicates et laborieuses, sera singulièrement simplifiée si, comme je l'ai toujours pratiqué, on enlève préalablement le muscle digastrique en totalité. Après cette ablation, qu'il faut effectuer en rasant exactement le muscle et sans blesser les organes voisins, on obtient une plaie en creux dans laquelle se voit la face profonde de la glande sous-maxillaire ainsi que tous les organes vasculaires et nerveux sur lesquels il devient alors très-facile d'expérimenter.

» II. Le nerf qui fait apparaître le sang veineux rouge dans la veine de

la glande sous-maxillaire est un filet qui se détache en arrière du nerf lingual de la cinquième paire. Mais il ne fait que s'accoler à la cinquième paire, il provient réellement de la septième et est surtout constitué par la corde du tympan. Quoi qu'il en soit, ce filet nerveux glandulaire peut être facilement atteint au moment où il se détache du lingual pour aller se distribuer dans la glande sous-maxillaire en accompagnant son conduit excréteur.

» Maintenant, quand on considère la glande sous-maxillaire pourvue de tous ces nerfs et à l'état de repos, c'est-à-dire quand rien ne sort par son canal excréteur, on constate que son sang veineux possède une couleur noire bien nette. Mais, si à ce moment on vient à faire fonctionner le nerf glandulaire signalé précédemment, on voit le sang veineux, qui auparavant coulait noir, devenir de plus en plus rouge et apparaître bientôt tout à fait rutilant, comme le sang artériel, si l'action nerveuse a été suffisamment intense. Ce fait est constant, et il permet d'établir cette proposition physiologique, que toutes les fois que l'action du nerf tympanico-lingual se manifeste énergiquement, le sang veineux de la glande sous-maxillaire apparaît rouge, tandis qu'il devient noir chaque fois que ce filet nerveux n'agit pas ou que son action cesse d'être prépondérante.

» Rien n'est plus facile que de donner la preuve expérimentale de cette influence spéciale du nerf tympanico-lingual sur la couleur rouge du sang veineux. En effet, lorsque après avoir mis à découvert la veine glandulaire et le filet nerveux en question, on vient à déterminer sur la langue une impression gustative par l'instillation d'un peu de vinaigre dans la bouche, on voit le sang devenir rapidement rutilant dans la veine, parce que l'impression gustative produite sur la langue et portée au centre nerveux a été transmise par action réflexe au moyen de la corde du tympan. La preuve de cette interprétation se donne immédiatement, car si l'on coupe le filet tympanico-lingual, au moment où il se sépare du nerf lingual, on voit le sang veineux de la glande rester noir; et, dès ce moment, malgré l'instillation du vinaigre sur la langue, malgré la sensation gustative perçue, la coloration rutilante du sang ne réapparaît plus, parce que la voie nerveuse par laquelle arrivait cette influence modificatrice du fluide sanguin a été interrompue. Mais alors si, prenant ce nerf glandulaire dans le point où l'on en a opéré la section, en arrière du lingual, on irrite au moyen du galvanisme son bout périphérique qui tient encore à la glande, on voit aussitôt, sous l'influence de cette cause excitatrice artificielle, le sang devenir rouge dans la veine glandulaire, puis reprendre sa couleur noire quand l'excitation a cessé. Cette dernière expérience fournit donc un nouvel argument

pour prouver que la couleur rouge du sang veineux de la glande sous-maxillaire est bien en rapport avec l'activité du nerf tympanico-lingual, et que sa couleur noire se rapporte au contraire à son état d'inactivité physiologique.

» Mais il ne faudrait pas croire que dans le cas de repos de la glande, la couleur noire que l'on constate dans le sang veineux ne fût rien autre chose que le résultat passif de la paralysie ou du défaut d'action du nerf tympanico-lingual. Cette couleur noire du sang est due elle-même à l'état d'activité d'un autre nerf qui agit en rendant le sang noir et dont l'influence permanente se montre antagoniste au nerf tympanico-lingual dont l'action paraît avoir plus spécialement le caractère intermittent.

» III. Le nerf qui rend le sang veineux noir dans la glande sous-maxillaire provient du grand sympathique et arrive dans la glande en accompagnant les branches artérielles de la carotide externe qui s'y rendent; l'une plus petite pénétrant la glande par sa partie postérieure et supérieure, l'autre, artère glandulaire principale, entrant par le hile de la glande à côté de son conduit excréteur. Ces filets nerveux sympathiques glandulaires se détachent pour la plupart du ganglion cervical supérieur; ils s'anastomosent d'ailleurs avec des filets provenant d'autres sources, et particulièrement avec le mylo-hyoïdien, dans le point où ce nerf croise la direction de l'artère faciale.

» Lorsque l'on considère la glande sous-maxillaire à l'état physiologique, avec tous ses nerfs et au repos, son sang veineux est noir, avons-nous dit. Or cela tient à ce que, en ce moment, l'activité du grand sympathique, qui rend le sang noir, est prédominante sur celle du nerf tympanico-lingual, qui rend le sang rouge. Cela se prouve très-facilement; car dans cette condition, si l'on vient à couper tous les filets sympathiques qui se rendent à la glande sous-maxillaire, on voit le sang veineux perdre sa couleur noire pour prendre alors une couleur rutilante qui devient permanente, parce que l'influence nerveuse du sympathique est interrompue et n'arrive plus à la glande. Mais si alors on rétablit artificiellement l'activité de ce nerf et si l'on excite par le galvanisme le bout périphérique du filet sympathique qui tient à la glande, on constate bientôt que le sang veineux devient très-noir, pour reprendre sa couleur rouge dès que la galvanisation du nerf a cessé d'agir. Nous pouvons donc formuler pour le grand sympathique une proposition physiologique inverse à celle que nous avons exprimée pour le nerf tympanico-lingual, et dire que le sang veineux de la glande sous-maxil-

laire est noir toutes les fois que le sympathique agit, et qu'il est d'autant plus noir, que ce nerf exerce une action plus énergique (1).

» Par tout ce qui précède nous avons donc acquis la démonstration expérimentale que les variations de couleur du sang veineux glandulaire sont dues à deux influences nerveuses bien déterminées et tout à fait distinctes. Mais comment comprendre le mécanisme de cette influence des nerfs sur le sang? Il n'y a pas de continuité anatomique, et, par conséquent, pas d'action chimique directe possible de la part des nerfs sur les globules du sang pour modifier leur couleur. Il faut dès lors qu'il y ait là d'autres phénomènes intermédiaires entre l'action nerveuse et la modification chimique du globe sanguin. En effet, ces conditions intermédiaires existent et elles sont constituées par les modifications mécaniques diverses que chaque nerf apporte dans la circulation capillaire de la glande, modifications que nous allons maintenant examiner.

» IV. Les conditions mécaniques de la circulation capillaire déterminées dans la glande sous-maxillaire par le nerf tympanico-lingual et par le grand sympathique sont exactement inverses.

» Quand le nerf tympanico-lingual est excité, le sang veineux apparaît rouge, et en même temps il survient une suractivité considérable dans la rapidité de la circulation. A mesure que le sang veineux devient plus rouge, il circule de plus en plus rapidement, et la quantité qui s'en écoule par la veine se montre beaucoup plus considérable. Pour donner une idée de cette différence, il suffira de rapporter que dans un cas où l'on a mesuré le sang qui sortait par la veine glandulaire on a trouvé, pendant le repos de la glande, lorsque le sang coulait noir, qu'il fallait soixante-cinq secondes pour en recueillir 5 centimètres cubes, tandis que, lorsque le nerf tympanico-lingual agissait et que le sang sortait rouge sous l'influence de la galvanisation de ce nerf, il ne fallait plus que quinze secondes pour obtenir la même quantité de sang; ce qui montre que la circulation, dans ce dernier cas, était quatre fois plus rapide que dans le premier.

(1) Les nerfs glandulaires présentent sur leur trajet des anastomoses avec des nerfs sensibles qui leur fournissent une sorte de sensibilité récurrente; ils ont de plus des ganglions qui exercent une action sur les résultats de l'expérience si l'on fait la section du nerf au-dessus ou au-dessous du ganglion. Sans vouloir introduire l'étude de ces influences ganglionnaires dans une question déjà si complexe, je dirai que pour obtenir les résultats que je rapporte j'ai toujours coupé les nerfs sympathiques entre les ganglions nerveux et la glande sous-maxillaire.

» Quand le grand sympathique agit, il rend le sang veineux noir, et en même temps on voit la circulation se ralentir. Le sang coule par la veine en quantité d'autant plus faible, qu'il se montre plus noir; et même, si l'action du nerf sympathique est assez énergique, l'écoulement sanguin peut s'arrêter complètement dans la veine pour reparaître dès que l'excitation du nerf sympathique cesse, et pour s'accélérer de nouveau si l'on vient à agir sur le nerf tympanico-lingual.

» Ces résultats, qui sont constants, nous apprennent donc que la coloration rouge et noire du sang veineux est dans un rapport déterminé avec la rapidité de la circulation dans la glande sous-maxillaire. Mais cette rapidité elle-même du cours du sang ne peut pas être effectuée par les nerfs, qui ne sauraient, dans aucun cas, agir directement sur le fluide sanguin. Le resserrement et la dilatation que nous allons constater dans les vaisseaux sanguins de la glande peuvent seuls nous rendre compte de ces modifications des propriétés du sang.

» V. Il est très-facile de démontrer expérimentalement que parmi les deux nerfs que nous avons signalés dans la glande sous-maxillaire, l'un dilate les vaisseaux, tandis que l'autre les contracte.

» Le nerf tympanico-lingual rend plus larges les vaisseaux capillaires de la glande, et cet élargissement est tel, que lorsque l'action nerveuse est intense le sang passe de l'artère dans la veine sans perdre l'impulsion cardiaque, et on le voit alors sortir par la veine de la glande avec un jet saccadé, comme s'il s'agissait d'une véritable artère; puis cette pulsation veineuse disparaît dès que l'action du nerf tympanico-lingual diminue ou cesse complètement.

» Le nerf sympathique, au contraire, contracte et rétrécit les vaisseaux sanguins glandulaires de la manière la plus évidente. Lorsqu'on excite ce nerf, les vaisseaux resserrés laissent passer de moins en moins de sang. Le fluide sanguin, retenu dans les vaisseaux capillaires de la glande, coule faiblement par la veine en montrant une couleur noire, et d'autant plus noire, que le courant sanguin est plus affaibli (1). Quand il arrive parfois que l'écoulement sanguin a été suspendu par l'action nerveuse, on voit, quand celle-ci cesse d'agir, un flot de sang très-noir s'échapper d'abord,

(1) Quand on comprime la veine ou qu'il s'y trouve un caillot, la gêne de la circulation accidentelle amène également une coloration noire du sang. Il est important de connaître ces circonstances pour se garder de toutes ces causes d'erreur dans l'appréciation des influences nerveuses.

puis le sang prendre une couleur rouge plus claire peu à peu, à mesure que la circulation s'accélère et que le sang, qui avait été préalablement retenu dans le tissu de la glande, s'en trouve expulsé.

» En dernière analyse, nous arrivons à voir que les deux nerfs qui modifient la couleur du sang veineux en rouge ou en noir sont deux nerfs moteurs qui agissent primitivement en resserrant ou en dilatant les vaisseaux sanguins. Le nerf sympathique est le nerf constricteur des vaisseaux sanguins; le nerf tympanico-lingual est leur dilatateur (1).

» VI. Dans l'état physiologique de la glande sous-maxillaire, c'est-à-dire dans son état fonctionnel normal, nous devons nous représenter ses deux ordres de nerfs comme étant constamment en activité et en antagonisme, de telle sorte que l'action nerveuse effective est toujours due au nerf actuellement prépondérant, et que l'influence spéciale de l'un des deux nerfs glandulaires ne semble pouvoir se manifester qu'autant qu'elle a préalablement annihilé l'action de l'autre. Ce qui le prouverait, c'est que chacun des nerfs devient plus excitable et réagit avec plus d'intensité pour un même excitant, lorsqu'on a préalablement détruit son nerf antagoniste. Ce dernier phénomène est très-net, surtout pour le nerf tympanico-lingual. Quand ce nerf restant intact, on vient, par exemple, à couper tous les filets sympathiques glandulaires et à placer ensuite un peu de vinaigre sur la langue, on voit le sang rutilant couler par la veine avec une intensité bien plus grande et des pulsations beaucoup plus énergiques que dans l'état normal de l'antagonisme nerveux, c'est-à-dire quand le sympathique n'est pas coupé. Cette différence d'excitabilité du nerf tympanico-lingual est d'autant plus intéressante à constater, qu'elle se trouve mesurée ici par son excitant physiologique normal, l'impression gustative. Tout cela nous montre donc dans la glande sous-maxillaire l'existence d'une espèce d'équilibre physiologique instable, ou d'une sorte de balancement fonctionnel incessant et déterminé par l'antagonisme du nerf dilatateur et du nerf constricteur des vaisseaux capillaires sanguins (2). La dilatation extrême du système capillaire coïncide

(1) Ce n'est pas ici le moment de rechercher quelle est l'explication que l'on peut donner, dans l'état actuel de la science, de l'élargissement des vaisseaux et de la suractivité circulatoire glandulaire sous l'influence nerveuse. Je me borne pour aujourd'hui à constater ce fait, qui me paraît important, et qui est d'ailleurs de la dernière évidence.

(2) On peut dire d'une manière générale qu'à l'état physiologique l'expulsion de la salive par la glande coïncide avec l'activité du nerf tympanico-lingual et le repos de cette même glande avec l'activité du grand sympathique. Toutefois l'excitation des deux ordres de nerfs

avec le passage direct dans la veine du sang rouge et pulsatil. Le resserrement extrême coïncide avec un écoulement très-faible du sang et avec sa couleur noire. Entre ces deux extrêmes, nous pouvons concevoir tous les intermédiaires, et l'observation peut nous les présenter dans les expériences.

» VII. En résumé, après avoir analysé successivement toutes les conditions du mécanisme par lequel les nerfs tympanico-lingual et grand sympathique font apparaître le sang veineux de la glande sous-maxillaire alternativement rouge et noir, nous sommes arrivé à cette conclusion : que ces deux nerfs n'agissent réellement ici que comme agents de contraction ou de dilatation des vaisseaux sanguins. Cette action, qui ne diffère en rien de celle des nerfs moteurs en général sur les éléments contractiles ou musculaires, amène cependant à sa suite, par un enchaînement tout naturel de phénomènes, une série de modifications physico-chimiques dans le fluide sanguin. Quand le nerf sympathique constrictor des vaisseaux agit, le contact entre le sang et les éléments de la glande se trouve prolongé, les phénomènes chimiques qui résultent de l'échange organique qui se passe entre le sang et les tissus a eu le temps de s'opérer, et le sang veineux coule très-noir. Quand au contraire le nerf tympanico-lingual, qui dilate les vaisseaux, vient à agir, le passage du sang dans la glande est rendu très-rapide; les modifications de veinosité qui se passent au contact du sang et des tissus s'accomplissent autrement, et le sang sort de la veine avec une couleur très-rutilante et conservant l'aspect du sang artériel. Ainsi nous pouvons toujours saisir entre l'action physiologique primitive du nerf et le phénomène chimique qui s'ensuit, un intermédiaire qui modifie mécaniquement la circulation spéciale de l'organe glandulaire.

» Enfin, j'ajouterai pour terminer que, grâce à l'influence des deux nerfs dont nous avons indiqué le rôle physiologique, la glande sous-maxillaire se trouve posséder en réalité une circulation individuelle, qui dans ses variations est indépendante de la circulation générale; et ce que je dis ici pour la glande sous-maxillaire, peut être avancé, sans doute, pour tous les organes de l'économie. La pression du système artériel et l'impulsion cardiaque sont les conditions mécaniques communes que la circulation

peut faire couler la salive; seulement l'excitation du nerf tympanico-lingual fait couler une salive beaucoup plus fluide, et celle du nerf sympathique une salive excessivement visqueuse. On observe particulièrement ce phénomène quand tous les nerfs de la glande ayant été coupés, on galvanise les bouts qui tiennent encore à la glande.

générale dispense à tous les organes. Mais le système nerveux spécial qui anime chaque système capillaire, et chaque tissu organique règle, dans chaque partie, le cours du sang en rapport avec les états fonctionnels chimiques particuliers des organes. Ces modifications nerveuses de la circulation capillaire se font sur place et sans qu'aucune perturbation circulatoire soit apportée dans les organes voisins, et à plus forte raison dans la circulation générale. Chaque partie est liée à l'ensemble par les conditions communes de la circulation générale, et en même temps, par le moyen du système nerveux, chaque partie peut avoir une circulation propre et s'individualiser physiologiquement.

» Telles sont les conditions physiologiques spéciales imprimées par les nerfs à la circulation capillaire, et qu'il m'a paru indispensable de faire connaître avant d'aborder l'étude de la constitution chimique des divers sangs veineux. Il reste actuellement à savoir quelle est la modification chimique du sang qui prend naissance dans les conditions physiologiques que nous avons indiquées pour donner lieu à cette alternative de coloration rouge et noire du sang veineux glandulaire. Ce sera le sujet d'une nouvelle communication. »

Observations sur la couleur du sang de chèvre exposé au contact des gaz atmosphérique, oxygène, azote et acide carbonique; par M. E. CHEVREUL.

« Après la communication intéressante que vient de faire M. Cl. Bernard, je crois devoir communiquer à l'Académie le résultat d'une détermination que j'ai faite la semaine dernière relativement à la couleur du sang, à l'occasion des leçons de chimie animale que je professe en ce moment au Muséum.

» Occupé depuis plusieurs années de l'application de la construction chromatique-hémisphérique à la détermination des couleurs des principaux produits de la nature et de l'art, j'ai la conviction aujourd'hui que la solution de beaucoup de questions de physiologie, concernant la coloration des plantes et des animaux, sera la conséquence de ce travail. J'ai rencontré déjà la cause de la couleur brune des feuilles du *Geranium zonale*, du *Polygonum persicaria*, et je puis affirmer que l'explication que j'ai donnée s'étend aux couleurs d'un grand nombre d'animaux, particulièrement d'oiseaux, d'insecte et de coquilles. En attendant, je donne la détermination de la couleur du sang de chèvre mis en contact avec les gaz atmosphérique, oxygène, azote et acide carbonique. Elle est remarquable en ce sens, que les couleurs