

homme en vingt-quatre heures consomme 240 grammes de carbone. Dumas ne porte ce dernier chiffre qu'à 200 grammes.

Voici la quantité de carbone éliminée en vingt-quatre heures par différents animaux. Pour le cheval, 2,500 ; pour le lapin, 25 grammes ; pour le cochon d'Inde, 6 grammes ; pour le pigeon, 7 grammes ; pour le chien, 33 grammes ; pour le chat, 17 grammes ; pour le grand duc, 15 grammes.

3° *Circonstances physiologiques qui augmentent ou diminuent cette excrétion.* — Nous avons déjà dit que Coathupe et Proust avaient constaté une variation suivant les heures du jour. Apjohn était arrivé au même résultat. D'après ces physiologistes, l'exhalation atteint son *summum* entre onze heures et midi.

Horn (*Gaz. méd.*, 1850, p. 902) a étudié ces variations avec beaucoup de soin. Les *minima*, au nombre de 4, sont : de six heures et demie du matin à huit heures, de midi et demi à une heure, de six heures du soir à huit heures, et de minuit à deux heures du matin. C'est de neuf heures du soir jusqu'après minuit que l'économie perd le moins d'acide carbonique.

D'après Proust, le vin, pris en excès, diminue cette exhalation. Viorodt a vu la quantité d'acide carbonique expiré diminuer presque à l'instant, dès qu'on a bu quelque liqueur spiritueuse, et cette diminution dure environ deux heures.

L'éthérisation a une influence remarquable. M. Ville a constaté que l'exhalation de l'acide carbonique augmente à proportion que la sensibilité s'affaiblit, et diminue à mesure que la sensibilité revient. Ceci nous prouve une chose, c'est que l'acide carbonique a moins d'affinité pour le sang pendant cette influence. Ne pourrait-on pas s'expliquer par là le dégagement spontané du gaz dans le sang qui a eu lieu dans quelques cas, comme l'ont vu M. Gosselin et moi dans une autopsie que j'ai faite à l'Hôtel-Dieu, dans son service ? On a remarqué enfin que, pendant les mouvements modérés du corps, l'expiration de l'acide carbonique était au moins d'un tiers plus grande que dans l'état de repos.

MM. Paul Hervier et V. Lagier (1) ont étudié l'influence de l'air comprimé sur la quantité d'acide carbonique exhalé. Jusqu'à la pression de 775 millimètres, l'exhalation augmente ; elle diminue dès que la pression devient plus considérable. Au sortir du bain d'air comprimé, l'exhalation d'acide carbonique s'accroît, et cet accroissement se soutient pendant quelques heures.

MM. Andral et Gavarret ont étudié avec infiniment de soin les différences en rapport avec l'âge, le sexe, la constitution, et, pour les femmes, les périodes menstruelles et la grossesse.

(1) *Gazette des hôpitaux*, 1849, p. 574.

Depuis l'âge de huit ans jusqu'à celui de la puberté, la quantité d'acide carbonique exhalé augmente sans cesse à mesure que l'individu avance en âge ; seulement cette quantité est toujours plus grande chez les enfants du sexe masculin que chez ceux du sexe féminin. Ainsi, en représentant la quantité d'acide carbonique par le carbone qu'il contient, ils ont trouvé qu'un enfant mâle de huit ans rejette en une heure 5 grammes de carbone, tandis que celui de quinze ans en consomme 8^{sr},7. Chez les petites filles, la quantité est un peu moindre, de telle façon que, pendant toute la durée de la seconde enfance, la moyenne de l'acide carbonique exhalé en une heure est représentée par 6^{sr},4 de carbone pour le sexe féminin, 7^{sr},4 pour le sexe masculin.

Après la puberté, MM. les professeurs Andral et Gavarret ont noté une remarquable différence entre l'homme et la femme : chez l'homme, l'exhalation d'acide carbonique va sans cesse en augmentant depuis quinze ans jusqu'à trente ans ; puis elle décroît à partir de cet âge jusqu'à la fin de la vie. Ainsi, ils ont trouvé que, entre quinze et vingt ans, la moyenne de carbone rejeté en une heure s'élève à 10^{sr},8 ; de vingt à trente, la moyenne est de 12^{sr},2 ; de trente à quarante, la moyenne descend à 11 ; de quarante à soixante ans, elle n'est plus que de 10^{sr},1 ; de soixante à quatre-vingts ans, 9^{sr},2. Sur un vieillard de cent deux ans, la consommation de carbone n'était que de 5^{sr},9.

Chez la femme, la quantité d'acide carbonique exhalé est toujours la même, tant que dure la menstruation. Ainsi, chez une femme adulte bien réglée, quel que soit l'âge, la moyenne est représentée par 6^{sr},9 de carbone par heure, à peu près comme cela a lieu chez les jeunes filles prises dans la seconde enfance. On remarque, en outre, que pendant la grossesse la quantité augmente, et la moyenne s'élève à 8 grammes par heure, pour reprendre, après l'accouchement et le rétablissement des règles, la moyenne indiquée tout à l'heure. Un des résultats de la menstruation serait donc de suppléer, jusqu'à un certain point, à la respiration. Enfin, MM. Andral et Gavarret ont montré qu'à tous les âges, l'exhalation d'acide carbonique est d'autant plus abondante, que la constitution est plus vigoureuse. Sur un jeune homme de vingt-six ans, d'une constitution athlétique, ils ont trouvé que la consommation de carbone s'élevait jusqu'à 14^{sr},4 par heure. Sur un vieillard de quatre-vingt-douze ans dont le système musculaire avait encore de la force, la quantité était de 8^{sr},8, chiffre énorme, si on le compare à ceux que nous venons d'indiquer pour les vieillards même moins avancés en âge.

Dans certaines maladies, cette exhalation est diminuée. Tel est le typhus, d'après Malcolm.

4° *Rapport entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé.*

— Il s'agit de savoir si tout l'oxygène absorbé pourrait être retrouvé dans l'acide carbonique exhalé. Pour cela, il faut chercher si le poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique égale le poids de l'oxygène consommé, ou bien si le volume de l'acide carbonique exhalé est égal au volume d'oxygène enlevé, puisque l'on sait qu'un volume d'acide carbonique représente exactement le volume de l'oxygène qui entre dans sa composition.

L'observation démontre, et cela est digne d'attention, que ces deux valeurs se suivent quelquefois, mais avec des fluctuations plus notables qu'on ne l'a cru cependant longtemps, et sans que l'oxygène de l'acide carbonique représente tout l'oxygène enlevé. Il y a *presque toujours un déficit* : les exceptions à cette loi sont excessivement rares.

Allen et Pepys sont les seuls qui aient cru voir que le volume de l'acide carbonique formé égalait celui de l'oxygène enlevé. Ces résultats sont fautifs, et l'opinion que nous avons émise s'appuie sur les expériences de Dulong, Despretz, Brunner et Valentin, Regnault et Reiset.

On a cherché si le déficit est le même dans toutes les espèces animales, et s'il n'y avait pas une variation suivant le régime.

Il est plus grand chez les carnivores que chez les herbivores. Le poids de l'oxygène enlevé à l'air étant représenté par 1000, celui de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique n'était que de 745 dans sept expériences sur les chiens (MM. Regnault et Reiset) ; tandis que la moyenne sur six lapins s'élève à 919. Le chiffre est encore plus élevé chez les oiseaux. Il est de 927 chez les poules, et quelquefois 998. Chez les petits oiseaux, eux qui enlèvent une si grande quantité d'oxygène, la portion d'acide carbonique n'était pas aussi grande que chez les poules : elle ne s'éleva qu'à 700 ou 800. La proportion pour les grenouilles est 698, et pour les insectes 794.

Le rapport entre la quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique et la quantité totale d'oxygène pris à l'air paraît dépendre beaucoup plus de la nature des aliments que de la classe à laquelle appartient l'animal. Ce rapport est le plus grand lorsque les animaux se nourrissent de grains, et il dépasse alors souvent l'unité. Quand ils se nourrissent exclusivement de viande, ce rapport est plus faible et varie de 0,62 à 0,80 d'acide carbonique rejeté pour 1 d'oxygène absorbé. Avec le régime des légumes, le

rapport est en général intermédiaire entre celui que l'on observe avec le régime de la viande et celui que donne le régime du pain.

Ce rapport est à peu près constant pour les animaux de même espèce qui sont soumis à une alimentation parfaitement uniforme, comme cela est facile à réaliser pour les chiens ; mais il varie notablement pour les animaux d'une même espèce, et pour le même animal soumis au même régime, mais dont on ne peut régler l'alimentation, comme pour les poules.

Lorsque les animaux sont à l'inanition, le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé est à peu près le même que celui que l'on observe pour le même animal soumis au régime de la viande ; il est cependant, en général, un peu plus faible. L'animal, à l'inanition, ne fournit à la respiration que sa propre substance, qui est de la même nature que la chair qu'il mange lorsqu'il est soumis au régime de la viande. Tous les animaux à sang chaud présentent donc, lorsqu'ils sont à l'inanition, la respiration des animaux carnivores.

Le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé varie donc, pour le même animal, depuis 0,62 jusqu'à 1,64, suivant le régime auquel il est soumis. Il est bien loin d'être constant, comme l'avaient admis Brunner et Valentin. (Regnault et Reiset.)

On voit, d'après tous ces faits, que la privation de nourriture a le double résultat de diminuer la quantité absolue d'oxygène absorbé et la proportion d'acide carbonique formé, eu égard à l'oxygène enlevé.

Dans un milieu riche en oxygène, mais qui reste cependant composé d'oxygène et d'azote, la quantité absolue d'oxygène enlevé et le rapport entre cet oxygène et l'acide carbonique exhalé ne changent pas sensiblement. Déjà Lavoisier avait vu que l'acide carbonique n'était pas plus abondant quand un animal respirait dans l'oxygène pur. Allen et Pepys avaient cru à tort que cette quantité était plus considérable.

*De la modification de l'air dans sa quantité d'azote.
Exhalation d'azote.*

Il est aujourd'hui incontestable que l'air qui sort du poulmon après une expiration est plus chargé d'azote que celui qui y entre. Cela a été constaté par Berthollet, Collard de Martigny, Despretz, Lassaigue et Yvan, Marchand, Boussingault, Barral, Regnault et Reiset.

Voici les résultats fournis par les expériences de ces derniers :

1° Lorsque les animaux à sang chaud, mammifères et oiseaux, sont soumis à leur régime alimentaire habituel, ils dégagent toujours de l'azote; mais la quantité de ce gaz exhalée est très petite; elle ne s'élève jamais à $\frac{2}{100}$ du poids de l'oxygène total consommé, et le plus souvent elle est moindre que $\frac{1}{200}$.

2° Lorsque les animaux sont à l'inanition, ils absorbent souvent de l'azote, et la proportion de l'azote absorbé varie entre les mêmes limites que celles de l'azote exhalé dans le cas où les animaux sont soumis à leur régime habituel. L'absorption de l'azote s'est montrée presque constamment chez les oiseaux à l'inanition, mais très rarement chez les mammifères.

3° Lorsque après avoir été plusieurs jours à l'inanition, l'animal est soumis à un régime alimentaire très différent de son régime habituel, il absorbe souvent encore de l'azote pendant quelque temps, probablement jusqu'à ce qu'il se soit fait à son nouveau régime; il rentre alors dans le cas général et dégage de l'azote. Ce fait n'a été constaté que sur des poules qui, après avoir été plusieurs jours à l'inanition, échangeaient leur régime de grain pour un régime de viande seule.

4° Lorsque l'animal est souffrant par suite du régime alimentaire auquel il est soumis, où peut-être par d'autres causes, il absorbe encore de l'azote. Cette absorption de l'azote a été constamment observée dans les expériences faites sur un canard malade qui mourut quelque temps après.

Ces alternatives de dégagement et d'absorption d'azote que présente le même animal lorsqu'il est soumis à divers régimes, est favorable à l'opinion d'Edwards, qui admet que le dégagement et l'absorption d'azote ont toujours lieu simultanément pendant la respiration, et que l'on n'observe jamais que les résultats de ces deux effets contraires.

Les frugivores exhalent plus d'azote que les carnivores (Despretz, Dulong).

Historique. — Avant qu'on fût arrivé à connaître ainsi l'exhalation d'azote, il y avait dans la science des opinions qu'il faut passer rapidement en revue :

1° Les uns disaient qu'il y avait moins d'azote dans l'air expiré que dans celui qui était inspiré (Priestley, Abernethy, Henderson, Davy, Allen et Pepys, Humboldt, Provençal). On portait la quantité absorbée jusqu'à 6, 8, 10 centimètres cubes par minute.

2° D'autres chimistes, parmi lesquels se trouve Lavoisier, disent que la proportion d'azote inspiré et expiré reste la même, de sorte qu'il n'y aurait ni exhalation ni absorption.

3° D'autres prétendent que l'azote de l'air expiré est tantôt en

plus, tantôt en moins, tantôt en même quantité que l'azote de l'air inspiré (Nysten, Dulong, Treviraus, etc.)

4° Enfin, nous avons déjà vu qu'Edwards soutenait qu'il y avait à la fois absorption et exhalation d'azote; que tantôt l'exhalation l'emportait sur l'absorption, que tantôt c'était le contraire, et que parfois l'exhalation et l'absorption se faisaient équilibre.

De la modification de l'air dans la vapeur aqueuse.

Transpiration pulmonaire.

Nous avons déjà dit que dans l'air atmosphérique il y a toujours une certaine quantité de vapeur aqueuse; mais, quand l'air sort de la poitrine, on le trouve chargé d'une plus grande quantité de cette vapeur, entraînant avec elle une petite proportion de matière animale: c'est ce qui constitue la *transpiration pulmonaire*. Lorsque la température extérieure ne dépasse pas 5 ou 6 degrés centigrades, on voit cette vapeur, condensée tout à coup au sortir de la bouche ou du nez, apparaître sous forme d'une sorte de nuage. Dans l'air plus dense de quelques souterrains profonds, Haller a vu cette vapeur se condenser alors que la température n'était pas plus basse que 0°,56 centigrades. Cette vapeur ternit momentanément une glace ou les métaux brillants sur lesquels on la reçoit. Dans les cas où la mort est douteuse, on a conseillé de placer une glace à l'entrée des voies aériennes pour voir si elle se ternit ou non. Mais ce moyen peut être infidèle.

Cette vapeur ne vient pas seulement des canalicules respirateurs, elle est fournie aussi par toute la muqueuse des voies aériennes. L'expérience suivante de Magendie le prouve. Si l'on adapte une seringue à une plaie faite à la trachée d'un animal, et si l'on pousse de l'air dans la trachée, dans le sens de l'expiration, cet air, qui n'a pas traversé le poumon, entraîne cependant une vapeur aqueuse facile à démontrer. Certains cas de fistules de la trachée ont permis de constater chez l'homme ces origines multiples de la vapeur dite *pulmonaire*.

Un homme qui fait par minute seize inspirations d'un demi-litre, introduit 480 litres d'air en une heure. A 10 degrés et à moitié saturé d'humidité, les 480 litres contiennent 2^{sr},362 de vapeur d'eau. Par l'inspiration, cet air est chassé à la température de 38 degrés environ et à saturation complète; il contient alors 21^{sr},985 d'eau; d'où retranchant les 2^{sr},762 introduits par l'air, on voit que la respiration fait perdre 19^{sr},623 d'eau en une heure et 470^{sr},90 en vingt-quatre heures (Gavarret).

Sa composition montre qu'elle est presque exclusivement formée

d'eau à laquelle il se joint une petite quantité de matière animale qui se putréfie dans les vases où l'on a renfermé de l'air expiré.

Brunner et Valentin démontrent par un autre procédé l'existence d'une matière organique dans la vapeur expirée. L'acide carbonique, au travers duquel nous avons expiré, disent-ils, devient rougeâtre; mais la quantité de matière organique est si petite, que nous n'avons pu lui donner un chiffre certain.

Accidentellement, la vapeur pulmonaire se charge des principes volatils qui ont été ingérés dans le tube digestif, tels que ceux de l'ail, de l'alcool, du camphre, du musc. Le phosphore s'échappe du poumon par les narines sous la forme d'un nuage épais et blanchâtre, qui, dans l'obscurité, devient lumineux, d'après de Montgarny.

La force aspiratrice par laquelle la poitrine attire l'air dans les voies aériennes paraît, en même temps, exercer une influence sur la perspiration pulmonaire. Breschet et Milne Edwards ont supprimé cette force aspiratrice en ouvrant la poitrine d'animaux vivants auxquels ils établissaient la respiration artificielle; ils ont vu alors que les substances volatiles ne parvenaient plus dans la perspiration pulmonaire ou qu'elles n'y parvenaient pas d'une manière si prompte ni en aussi grande quantité.

§ II. — Action de la respiration sur le sang.

L'étude de la circulation devrait comprendre non-seulement l'examen des actes opérés par les parois de l'appareil et du mouvement qu'elles impriment au liquide contenu, mais elle devrait encore embrasser la description des changements de constitution intime que présente le sang selon les ordres de vaisseaux qu'il traverse. Son cours, son mouvement offre en effet partout des dissimilitudes en rapport avec ses différences de composition immédiate, et celle-ci, comme on sait, varie dans les artères pulmonaires, dans les veines pulmonaires et les artères générales, dans les veines portes et générales, etc. C'est donc pour céder à l'usage suivi dans les examens, et contrairement à la méthode, que nous plaçons ici ce paragraphe qui offrirait cependant plus d'intérêt dans un tableau des dissimilitudes physiologiques du sang dans les diverses régions de l'économie.

Les artères pulmonaires amènent au poumon du sang *veineux*, les veines pulmonaires ramènent au cœur du sang *artériel*. C'est dans les capillaires du poumon, par le contact de l'air, que cette transformation s'est opérée. Quelles sont les différences que ce conflit a établies entre les deux sangs? Qu'y a-t-il de plus ou de

moins? En d'autres termes, quelles modifications la respiration amène dans le sang? C'est ce qui nous reste à examiner.

Le sang artériel diffère du sang veineux par sa couleur, son odeur, sa température, sa capacité pour le calorique, sa pesanteur spécifique, sa coagulation et la quantité du sérum. Il en diffère encore par sa composition chimique.

1° *Couleur dans les deux sangs.* — C'est là la différence la plus frappante. Le sang artériel est rutilant, écarlate, d'une teinte beaucoup moins foncée que celle du sang veineux. Cette différence est très tranchée dans les animaux à respiration aérienne et à double circulation. Le mélange des deux sangs chez les reptiles efface presque complètement cette différence. Dans les capillaires, les deux teintes se confondent; le sang qui y entre rouge en sort noir.

2° *Odeur et saveur des deux sangs.* — L'odeur du sang artériel est forte, et sa saveur plus prononcée que dans le sang veineux.

3° *Température des deux sangs.* — M. Cl. Bernard a prouvé à cet égard un fait soupçonné par Legallois, Collard de Martigny, Magendie et M. Malgaigne, c'est que le sang du ventricule droit est toujours plus chaud de 2 à 3 dixièmes de degré que celui du ventricule gauche, contrairement à ce qu'on croyait. Cela tient à l'arrivée du sang des veines sus-hépatiques, le plus chaud de toutes les parties du corps, par la veine cave inférieure; mais sauf les veines rénales, partout ailleurs le sang des veines est un peu moins chaud que celui des artères.

4° *Capacité pour le calorique.* — Davy affirme que la capacité calorique du sang artériel est à celle du sang veineux comme 10,14 : 10,10. Elle n'offre point la différence que Crawford admettait pour expliquer la formation de la chaleur.

5° *Pesanteur spécifique des deux sangs.* — Le sang artériel et le sang veineux ont à peu près la même pesanteur spécifique.

6° *Différences de la coagulabilité de la fibrine des deux sangs.* — Berthold et Blundell attestent que le sang veineux se coagule avec plus de promptitude que le sang artériel. Schroeder van der Kolk (*De respirationis chymismo*, Trajecti ad Rhenum, 1836) vient appuyer cette opinion. D'après Blundell, il y aurait une différence de 2 minutes dans le sang de l'homme. La différence a été de 1 à 4 minutes chez des agneaux, selon J. Davy, et de 1/2 minute chez des veaux et des chèvres, d'après Berthold. La même différence a été trouvée par Saissy. Cependant Lehmann affirme que le sang artériel se fige plus rapidement que le sang veineux, et nous partageons volontiers cette opinion.

7° *Proportion des parties liquides aux solides dans les deux sangs.* — D'après M. Becquerel, le sang artériel contient moins

de résidus solides que le sang veineux. Il y a moins de graisse, moins de globules, moins d'albumine, moins de matières extractives et moins de sels, les globules contiennent moins de matière colorante. Quant à la fibrine, elle reste la même. Denis, Hertwig et Schultz étaient arrivés à des résultats à peu près analogues (*Traité de chimie pathologique*, 1854, p. 87).

8° *Proportion des carbonates alcalins dans les deux sangs.* — Suivant Mitscherlich, Tiedemann et Gmelin, il y a plus de sous-carbonate alcalin dans le sang veineux que dans le sang artériel. 10000 parties de sang veineux contiennent, disent-ils, 12,3 d'acide carbonique combiné, tandis que 10000 parties de sang artériel ne contiennent que 8,3 au plus de cet acide. Nous ferons plus loin une application de cette donnée.

9° *De l'oxygène dans les deux sangs.* — L'oxygène est en plus grande quantité dans le sang artériel que dans le sang veineux; en moyenne, il y a 2,41 à 3 centimètres cubes pour 100 dans le premier, et de 1 centimètre cube à 1,17 seulement pour le sang veineux, ce qui donne, à l'avantage du sang artériel, une différence de 1,25 pour 100 en moyenne.

Un litre d'eau dissout, à la température de 40 degrés 46 centimètres cubes d'oxygène; on voit, d'après ce qui précède, que le sang en peut dissoudre davantage. Les expériences directes de Magnus ont, en effet, montré qu'il peut en dissoudre de 100 à 120 centimètres cubes par litre, soit 10 à 12 pour 100, au lieu de 4 à 5 pour 100 que dissout l'eau; mais le sang tiré de la veine n'en renferme que 10 à 13 centimètres cubes par litre. Il faut de plus tenir compte de la température élevée du sang; car, à 37 degrés, l'eau n'en contiendrait pas 46 centimètres cubes par litre.

Le sang dissolvant plus d'oxygène que l'eau et plus que son propre sérum, qui en dissout (Berzelius, 1833) moins que l'eau, on devait penser que les globules sont les agents de cette dissolution; c'est ce que l'expérience directe a prouvé (Dumas, 1846, Robin et Verdeil, 1853). Mais il faut tenir compte dans ces questions, non-seulement des dissolvants, mais du liquide qui le tient en suspension, qui en influant naturellement sur l'état des globules, influe aussi sur leur pouvoir dissolvant à l'égard de l'oxygène. Ainsi M. Bernard a démontré (1853-1854) que le sang de la veine porte ventrale est celui qui absorbe le plus d'oxygène, vient ensuite le sang du cœur droit, puis celui des veines périphériques. Le sang artériel est celui qui en absorbe le moins par le contact direct entre l'air et le sang. Celui des animaux à jeun a toujours absorbé plus d'oxygène que le sang des animaux en digestion. Cette diminution du

pouvoir dissolvant des globules est proportionnée à la quantité de sucre contenue dans le sérum, et l'expérience montre que le sucre diminue ce pouvoir, tandis que le sel marin l'augmente. L'abaissement de la température du sang au-dessous de celle qui est propre à l'animal fait diminuer le pouvoir dissolvant des globules, contrairement à ce qui a lieu pour les liquides par rapport aux gaz et aux sels. Ce fait montre que, dans cette assimilation de l'oxygène par les globules, il n'y a pas une dissolution proprement dite, dans le sens habituel de ce mot, mais une combinaison par affinité moléculaire spéciale de l'oxygène pour les parties solides de l'économie, les globules en particulier. (Liebig, 1852, Bernard, 1853, Robin et Verdeil, 1852). Pourtant l'azote et l'acide carbonique peuvent dans les expériences chasser l'oxygène des globules par un courant établi dans le sang artériel (Magnus).

10° *De l'acide carbonique dans les deux sangs.* — D'après MM. Ch. Robin et Verdeil, l'acide carbonique contenu dans le sang occuperait, ramené à l'état gazeux, un espace variant du tiers au cinquième de celui occupé par ce liquide.

D'après Magnus, il y en a plus dans le sang artériel que dans le sang veineux, dans la proportion de 6^{cc},49 pour 100 dans le sang artériel, pour 5 centimètres cubes dans le sang veineux, c'est-à-dire dans la proportion de 0^{sr},99, ou un cinquième en faveur du sang artériel: ce qui donne 0^{sr},123 pour 100 dans le sang artériel, et 0^{sr},104 pour 100 grammes dans le second.

En s'appuyant sur les résultats obtenus par Magnus et en admettant approximativement 5 litres de sang artériel et 7 litres 30 de sang veineux, on trouve qu'il y a 6^{sr},15 de gaz carbonique dans le sang artériel et 7^{sr},80 dans le sang veineux; en tout, 13^{sr},95.

11° *De l'azote dans les deux sangs.* — D'après MM. Robin et Verdeil, l'azote forme en moyenne un peu plus du dixième des gaz contenus dans le sang; mais il peut aller jusqu'à en former le sixième aussi bien dans le sang veineux que dans le sang artériel. C'est ce qu'on peut facilement déduire des expériences de Magnus.

Chez le cheval, il y en a plus dans le sang veineux que dans le sang artériel. La moyenne est de 1^{cc},52 pour 100 dans le sang veineux de cet animal, et de 1^{cc},32 pour 100 dans le sang artériel. Chez le veau, il y en a, au contraire, moitié moins dans le sang veineux que dans le sang artériel. La moyenne est de 0^{cc},64 pour 100 dans le premier, et 1^{cc},71 pour 100 dans le second. On n'a pas encore recherché la quantité d'azote qui existe dans le sang de l'homme, en sorte qu'on ne peut pas dire quelle masse d'azote en poids et en volume il renferme.

Si nous résumons la comparaison des gaz des deux sangs, nous voyons qu'il y en a plus dans le sang artériel que dans le sang veineux, tant pour l'oxygène ou l'acide carbonique que pour l'azote, dont la quantité proportionnelle est de 4,51 pour le sang artériel, et 1,00 pour le sang veineux.

Influence du sang hématosé sur les divers tissus. — M. Brown-Séquard a communiqué à l'Institut (22 octobre 1855) des recherches expérimentales très nombreuses sur la faculté que possèdent certains éléments du sang pour régénérer les propriétés vitales des tissus.

1° Des muscles de la vie animale ayant complètement perdu leurs propriétés vitales et étant atteints de rigidité cadavérique, ont pu, sous l'influence d'injections sanguines dans leurs vaisseaux, cesser d'être rigides et recouvrer leurs propriétés vitales, à savoir la contractilité et la faculté de produire ce que M. Matteucci a appelé l'*induction musculaire*.

2° Les fibres musculaires lisses de l'intestin, de la vessie, de l'utérus, des vaisseaux sanguins, des bulbes des poils et de l'iris, ont recouvré sous l'influence du sang, leurs propriétés vitales perdues depuis un quart d'heure ou beaucoup plus. Chez l'homme, la contractilité des fibres-cellules des bulbes pileux est revenue plus de quinze heures après la mort.

3° De tous les tissus contractiles, celui du cœur, chez les mammifères, paraît être le moins capable de recouvrer sa contractilité perdue.

4° Les nerfs moteurs et sensitifs, ainsi que la moelle épinière, peuvent, sous l'influence du sang, recouvrer leurs propriétés vitales perdues.

5° Le sang défibriné paraît avoir autant d'influence sur la régénération des propriétés vitales que le sang contenant de la fibrine. Cette substance n'est donc pas essentielle à la nutrition des muscles et du tissu nerveux : bien plus, des expériences dans lesquelles il s'est mis à l'abri, autant que possible, des causes d'erreur, paraissent montrer qu'elle se produit dans les vaisseaux des muscles pendant l'échange nutritif entre le sang et le tissu musculaire.

6° Plus le sang contient d'oxygène, plus son influence régénératrice des propriétés vitales est considérable et rapide. Aussi, voyons-nous que le sérum du sang est incapable de régénérer les propriétés vitales, tandis que plus le sang est riche en globules, c'est-à-dire en éléments capables d'absorber de l'oxygène, plus sa propriété régénératrice s'augmente si on le charge d'oxygène. Au contraire, le sang le plus riche en globules et en albumine est impuissant à régénérer les propriétés vitales, s'il ne contient

qu'une très faible quantité d'oxygène. Nous n'entendons pas dire cependant que ni les globules, ni l'albumine, ni tout autre élément du sang ne jouent un rôle dans l'acte de nutrition par lequel s'opère la régénération des propriétés vitales : nous voulons dire seulement que l'oxygène est essentiel à cet acte.

7° En rapprochant ces faits de plusieurs résultats d'importantes expériences faites par M. Dumas (*Comptes rendus*, tome XXII, page 900, 1846) on est autorisé à conclure que les globules du sang ont en partie pour rôle de porter l'oxygène aux tissus.

8° Ainsi que Gustave Liebig l'a si bien démontré, la contractilité disparaît plus lentement après la mort, dans des muscles placés dans de l'oxygène, que dans des muscles entourés de tout autre gaz ; mais l'oxygène, à l'état de gaz libre, en rapport avec la surface extérieure des muscles et injecté dans leurs artères, ne paraît pas capable de régénérer dans ces organes les propriétés vitales perdues.

9° Quand on injecte du sang très rouge dans les artères d'un membre dont les muscles ont été rigides trop longtemps pour que les propriétés vitales puissent y être régénérées, on voit le sang revenir par les veines presque aussi rouge qu'à son entrée dans les artères. Au contraire, si les propriétés vitales peuvent encore être régénérées, le sang sort plus ou moins noirâtre par les veines ; et lorsque les muscles sont redevenus contractiles, si on les galvanise, le sang sort très noir. L'absorption de l'oxygène par les tissus s'opère donc très bien pendant et après la régénération des propriétés vitales, et elle s'opère beaucoup moins s'il n'y a plus possibilité de retour de ces propriétés.

10° La quantité de sang nécessaire pour faire revenir la contractilité dans les muscles devenus rigides varie extrêmement suivant un grand nombre de circonstances, telles que la durée de la rigidité, la quantité d'oxygène dans le sang employé, la température du sang et celle des muscles, etc. M. Brown-Séquard a fait revenir la contractilité et je l'ai fait durer près de quatre heures et demie dans environ 500 grammes de muscles, à l'aide de 30 grammes seulement de sang défibriné ; mais, dans ce cas, il lui a fallu injecter au moins quarante fois tout ce sang, et il a fallu le soumettre au battage, pour le charger d'oxygène, après chacune des injections.

11° Non-seulement il est possible de faire cesser la rigidité cadavérique après sa première apparition et de faire revenir alors la contractilité, mais encore il a pu faire, jusqu'à quatre fois, disparaître la rigidité et revenir la contractilité dans les mêmes muscles. Bien plus, il a pu maintenir la contractilité dans un membre de