

que 100^{cc} de sang de bœuf défibriné ont pu absorber a été 17^{cc},4 de gaz sec à 15 degrés, et sous la pression de 760 millimètres, tandis que 100^{cc} de solution d'hémoglobine, préparée avec 100^{cc} du même sang, ont absorbé 17^{cc},6 d'oxygène, nombre presque identique avec le précédent.

L'hémoglobine en solution étendue dans l'eau, ou le sang ajouté en petite quantité à ce liquide, présente, au spectroscope, des caractères spéciaux. Si l'on place dans un tube bouché, entre la flamme d'une lampe et la fente du spectroscope, une solution assez concentrée d'hémoglobine, on ne voit, à travers le prisme, que des rayons rouges; tous les autres rayons du spectre sont absorbés; mais, si l'on étend d'eau convenablement cette solution, on observe les deux bandes d'absorption caractéristiques de l'hémoglobine oxygénée qui ont été découvertes par Hoppe-Seyler en 1862 (1). L'une de ces bandes, voisine de la raie D du spectre, est plus étroite et plus foncée; l'autre, qui se rapproche de la raie E, est plus large et moins foncée. Hoppe-Seyler a reconnu que ces bandes sont encore parfaitement nettes, lorsqu'on fait passer des rayons solaires à travers une solution qui renferme un gramme d'hémoglobine dissoute dans 10 000 centim. cubes d'eau, et quand la solution est placée devant la fente du spectroscope, dans un tube qui a un centimètre d'épaisseur. On comprend l'utilité d'un caractère aussi sensible dans la recherche des taches de sang, faite au point de vue médico-légal.

Lorsqu'on enlève, par l'action du vide, à une solution d'hémoglobine, l'oxygène qu'elle contient, ou que l'on ajoute quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque, l'hémoglobine est réduite; elle présente alors au spectroscope une bande d'absorption, découverte par Stokes (2), laquelle remplace les deux premières et occupe, dans le spectre, une position intermédiaire. Si l'on agite avec de l'oxygène l'hémoglobine réduite, les deux bandes d'absorption de l'hémoglobine oxygénée reparaissent.

La respiration des poisons est capable aussi d'enlever à une solution d'hémoglobine l'oxygène qu'elle tenait en combinaison. Ce fait a été récemment reconnu par Gréhant.

On sait, d'après Cl. Bernard, que, chez les animaux empoisonnés par l'oxyde de carbone, le gaz toxique se combine avec les globules rouges du sang; cette combinaison a lieu entre l'oxyde de carbone et l'hémoglobine; elle est plus fixe que la combinaison de l'oxygène avec la matière

(1) *Virchow's Arch.*, 1862.

(2) *Philos. Magaz.*, 1864.

(3) Consultez, pour ce qui a trait à l'hémoglobine, la thèse de V. Fumouze: *Les spectres d'absorption du sang*. Paris, 1871.

colorante, et si l'on examine, au spectroscope, une solution aqueuse d'hémoglobine, ou du sang dilué dans l'eau et provenant d'un animal tué par l'oxyde de carbone, on observe encore deux bandes d'absorption, mais ces bandes persistent; les agents réducteurs, le vide et le sulfhydrate d'ammoniaque, ne peuvent les faire disparaître. L'absence de réduction peut donc servir à caractériser le sang intoxiqué par l'oxyde de carbone.

Il faut employer des moyens plus énergiques pour chasser l'oxyde de carbone du sang intoxiqué; il faut, par exemple, chauffer le sang dans le vide à 100 degrés avec le double de son volume d'acide sulfurique. Ce procédé, indiqué par Gréhant, permet d'obtenir complètement le gaz oxyde de carbone, qui était combiné avec l'hémoglobine, mais il nécessite l'emploi de la pompe à mercure.

Chauffée à 80 degrés, une solution aqueuse d'hémoglobine se décompose complètement en une autre matière colorante, l'hématine, et en une matière albuminoïde qui se coagule. Cette décomposition a lieu, même à la température ordinaire, sous l'influence des acides et des alcalis. L'hématine, en solution acide ou alcaline, ou réduite, présente au spectroscope une ou plusieurs bandes d'absorption particulières.

Lorsqu'on ajoute à de l'hémoglobine, ou à une tache de sang, un peu de chlorure de sodium, et un acide concentré, puis qu'on chauffe le mélange dans une petite capsule, sur un bain d'eau chaude, on obtient, par un refroidissement lent, du chlorhydrate d'hématine ou hémine en petits cristaux losangiques, colorés en brun, qui ont été découverts par Teichmann. C'est là un excellent caractère, qui peut être utilisé pour reconnaître le sang dans les recherches de médecine légale.

I. — OXYGÈNE.

Ce corps simple est l'un des plus répandus dans la nature. Il existe dans l'air, dans l'eau, dans le sol, dans les tissus végétaux et animaux. On peut juger de la profusion de cet élément en se rappelant que les 999 millièmes de l'écorce solide du globe sont formés de silice, SiO², d'alumine, Al²O³, et de calcaire, CaCO³.

EFFETS PHYSIOLOGIQUES DE L'OXYGÈNE.

Action sur le sang. — C'est la première qui ait été connue. On savait déjà que le sang noir devenait rouge au contact de l'air. En 1775, Priestley reconnut que ce changement de couleur du sang veineux était dû au fluide qu'il appelait air pur, déphlogistiqué, air vital, c'est-à-dire

à l'oxygène qu'il venait de découvrir. Il démontra en outre que, dans ce processus, l'oxygène était enlevé par le sang à l'air commun qui perdait ainsi la propriété d'entretenir la combustion et la respiration. Il ne restait plus qu'à savoir quelle était la partie du liquide sanguin qui privait l'air de son principe actif. Or, les recherches modernes nous ont appris que c'était l'hémoglobine, qui, de brune qu'elle est, lorsqu'elle est réduite, c'est-à-dire lorsqu'elle est dépouillée d'oxygène, redevient rouge lorsqu'elle a de nouveau fixé ce principe. Elle présente alors au spectroscope les bandes normales de l'hémoglobine oxygénée.

Action sur la nutrition. — Cette action a commencé de même à être connue presque immédiatement après la découverte de l'oxygène. Lavoisier démontra bientôt que la chaleur animale provenait de la combustion qui engendrait de l'eau et de l'acide carbonique au sein de l'organisme. L'oxygène est donc le principe essentiellement comburant. Cette action comburante, nous la verrons être activée ou modérée sous l'influence de divers médicaments qui agissent spécialement sur les globules, soit en augmentant ou en diminuant le nombre de ces agents vecteurs de l'oxygène, soit en exaltant ou en entravant la fonction. Mais elle a été peu étudiée sous l'influence directe de l'oxygène. Je citerai cependant, à ce sujet, les recherches de Kollmann (de Munich) (1).

Dans des expériences faites sur lui-même, Kollmann a vu l'acide urique diminuer sous l'influence des inhalations de ce gaz. Ainsi, une première fois, tandis que 300 grammes de ses urines contenaient normalement 236 milligrammes d'acide urique, la quantité de ce même acide descendit à 122 milligrammes, pour la même quantité d'urine, après avoir respiré 12 litres d'oxygène. Une autre fois, l'acide urique descendit de 134 milligrammes à 25 milligrammes. Enfin, dans une expérience qu'il fit en commun avec Eckart, sur un albuminurique, il constata également une diminution de l'acide urique; de plus, il vit l'albumine diminuer dans les urines, et même disparaître complètement au bout de quatre jours. Le malade respirait, deux fois par jour, 28 litres d'oxygène.

Action sur les muscles et les nerfs. — Brown-Séguard (2) a prouvé, par des expériences nombreuses, que tous les tissus contractiles et nerveux pouvaient, après avoir perdu leurs propriétés vitales, les recouvrer sous l'influence du sang chargé d'oxygène. Ses expériences ont été faites sur des cadavres de suppliciés et d'animaux, en injectant, dans les ar-

(1) *Schmid's Jahrbücher*, 1865, 1, S. 28.

(2) *Journal de Brown-Séguard*, 1858, p. 95.

tères de leurs membres rigides, du sang défibriné et chargé d'oxygène par le battage au contact de l'air. Ayant injecté de son propre sang dans une artère radiale d'un homme qui avait subi son supplice depuis plus de treize heures, et dont les membres étaient tout à fait rigides, Brown-Séguard vit revenir l'irritabilité musculaire dans la main sur laquelle il opérait; cette irritabilité persistait encore quatre heures après l'injection du sang oxygéné. Chez un autre supplicié, dont presque tous les muscles du bras et de l'avant-bras étaient atteints de rigidité cadavérique, neuf heures après la mort, il amputa le bras, et, trois heures plus tard, lorsque la rigidité était complète, et que les muscles de l'avant-bras n'avaient plus que des contractions locales sous l'influence d'une irritation mécanique, tandis qu'un courant électro-magnétique puissant n'y produisait aucun effet, il injecta, par l'artère brachiale, du sang de chien défibriné et oxygéné, et vit la rigidité disparaître d'abord dans les doigts, puis dans les autres parties du membre. La peau prit la couleur naturelle qu'elle a pendant la vie à l'état de santé; elle redevint élastique et souple, les bulbes des poils s'érigèrent, et la *chair de poule* se produisit. L'irritabilité musculaire existait encore dans tous les muscles vingt heures après la décapitation.

Les expériences faites sur les animaux furent suivies de résultats semblables. Seulement, chez les animaux, il est moins longtemps possible de faire revenir l'irritabilité musculaire après sa disparition complète. Parmi ces expériences, je citerai la suivante comme l'une des plus curieuses.

Un chien fut décapité, en ayant soin de faire la section au-dessous de l'endroit où les artères vertébrales pénètrent dans le canal osseux. On adapta ensuite, aux quatre troncs artériels de la tête, des canules qui étaient en rapport avec un cylindre par lequel on injectait du sang chargé d'oxygène. En deux ou trois minutes, après quelques mouvements désordonnés, Brown-Séguard vit apparaître des mouvements des yeux et des muscles de la face, qui semblaient être dirigés par la volonté. Il prolongea l'expérience un quart d'heure, et, durant toute cette période, ces mouvements, en apparence volontaires, continuèrent d'avoir lieu. Après avoir cessé l'injection, ces mêmes mouvements cessèrent et furent bientôt remplacés par des convulsions des yeux et de la face, par les mouvements respiratoires des narines, des lèvres et des mâchoires, puis par les tremblements de l'agonie. La pupille se resserra et se dilata ensuite, comme dans la mort ordinaire.

D'autres expériences de Brown-Séguard ont prouvé que l'oxygène augmente les propriétés vitales de la moelle épinière, des nerfs moteurs et sensitifs. Après l'ouverture du canal rachidien, chez un animal, la dure-mère étant mise à nu, on voit survenir une hyperesthésie évi-

dente, après un temps assez court, dans les diverses parties du corps situées derrière l'ouverture, et s'étendant même aux parties qui reçoivent leurs nerfs de la portion de moelle, au niveau, et même un peu au-dessous de l'ouverture. C'est bien au contact de l'oxygène de l'air qu'est due cette hyperesthésie. En effet, si, après avoir mis à nu la moelle épinière, on retire, à l'aide d'un appareil particulier, l'air qui est au contact de la dure-mère, et si on le remplace par de l'hydrogène, on trouve que la sensibilité n'augmente pas, au moins pendant plusieurs heures. Si l'on enlève alors l'hydrogène, et si l'on injecte de l'air atmosphérique, l'hyperesthésie se reproduit, au bout de quelques minutes. Après la section des cordons postérieurs de la moelle, il y a une hyperesthésie excessive dans toutes les parties du corps qui sont situées derrière la section et dans celles qui sont immédiatement au-dessous. Or, si l'on retire l'air et si on le remplace par de l'hydrogène, l'hyperesthésie est moins considérable. Si l'on injecte de l'acide carbonique, il y a de légers mouvements convulsifs, et la sensibilité diminue rapidement.

En faisant sur des nerfs moteurs et sur des nerfs sensitifs les expériences analogues à celles qui précèdent, Brown-Séguard a trouvé que les propriétés vitales de ces nerfs étaient augmentées par l'action de l'oxygène, comme le sont celles de la moelle épinière, et que l'acide carbonique, après avoir excité ces nerfs, en faisait diminuer les propriétés vitales. Des expériences sur le nerf grand sympathique abdominal ont donné des résultats semblables.

Comment expliquer ces résultats si remarquables, surtout ceux qui ont été obtenus sur les cadavres des suppliciés? Il paraît indubitable qu'ils sont l'effet, d'une part, de la continuation de la nutrition, et, d'autre part, de l'exagération de cette même fonction. Quand la mort violente de l'individu vient d'avoir lieu, celle des éléments anatomiques et des humeurs n'est pas encore effectuée, et le sang peut encore y entretenir la vie, qu'il soit lancé par le cœur ou par un appareil inorganique quelconque étranger à l'individu. Ce qui vient confirmer cette vérité, ce sont encore des expériences de Brown-Séguard qui ont démontré que l'irritabilité musculaire semble pouvoir être maintenue pendant un temps indéfini dans des membres séparés du corps, et dans lesquels on injecte du sang chargé d'oxygène. On a vu l'irritabilité persister, dans ce cas, plus de cinquante heures après la mort, et des membres irrigués par ce sang conserver la souplesse et l'irritabilité musculaire, tandis que, sur le même animal, les membres privés de ce fluide régénérateur étaient rigides, et qu'à cette rigidité succédait la putréfaction.

Influence de l'oxygène et de l'acide carbonique sur le cœur. —

Des expériences récentes de Cyon viennent également démontrer le rôle important exercé par l'oxygène sur les contractions cardiaques (1). Plusieurs physiologistes s'étaient déjà occupés de cette question, mais ils étaient arrivés à des résultats contradictoires, parce qu'ils avaient fait leurs expériences sur des cœurs non détachés du corps des animaux. Voici la méthode adoptée par Cyon.

Le cœur d'une grenouille était séparé de l'animal, et mis en communication avec un système de canaux de verre et avec un petit manomètre à mercure. L'appareil était disposé de manière à pouvoir faire passer alternativement le liquide contenu dans l'aorte, de l'aorte dans la veine cave, ou de l'aorte dans le manomètre. Pour nourrir le cœur, on se servait de sérum de sang de lapin. Ce sérum avait été partagé en deux parties égales, dont l'une était saturée d'acide carbonique, et l'autre saturée d'oxygène, et l'on faisait passer l'une ou l'autre partie dans le cœur. Les différentes courbes décrites par le manomètre indiquaient les changements qui s'opéraient dans cet organe. Or, l'expérience démontra que le contact du sérum chargé d'acide carbonique avec la surface interne du cœur produisait un arrêt subit de cet organe dans la diastole, tandis que l'évacuation de ce sérum, ou son échange avec du sérum oxygéné, ramenait les mouvements du cœur. L'arrêt de cet organe, déterminé par le sérum saturé d'acide carbonique, a été attribué par Cyon à une excitation des nerfs pneumogastriques. Mais l'explication donnée par ce physiologiste ne peut plus être admise maintenant depuis qu'il est reconnu que l'acide carbonique, ainsi que nous le dirons dans l'étude de ce gaz, est une substance qui paralyse à la fois le système nerveux et le système musculaire.

Il s'agit maintenant de savoir si l'oxygène est nécessaire pour le développement des forces motrices du cœur, ou pour l'excitation des ganglions intra-cardiaques. Des recherches de Hermann (2) ont démontré que la présence de l'oxygène n'était pas indispensable pour l'accomplissement des contractions musculaires. Mais, si ce dernier fluide n'est pas absolument nécessaire pour que les contractions du cœur s'effectuent, on remarque néanmoins que, sans lui, les contractions sont irrégulières. Il faut donc admettre que la présence de l'oxygène dans le sang est indispensable pour exciter les ganglions automoteurs du cœur. L'absence de ce gaz, ou sa présence en quantité insuffisante, rend les contractions régulières et simultanées impossibles.

(1) *Journal d'anat. et de phys.* de Ch. Robin, 1868.

(2) *Journal d'anat. et de phys.* de Ch. Robin, 1870.

Tels sont les effets physiologiques de l'oxygène. Mais ce gaz, d'après les recherches de Paul Bert, est toxique lorsqu'il est comprimé, c'est-à-dire lorsqu'il se trouve dans des conditions telles qu'il puisse s'accumuler en grande quantité dans l'organisme. Il agit alors comme un poison convulsivant (voyez mes *Éléments de toxicologie*).

USAGES THÉRAPEUTIQUES DE L'OXYGÈNE.

L'emploi médical de l'oxygène remonte à l'époque de la découverte de ce corps simple. En effet, il était naturel d'essayer, dans les maladies, l'agent auquel on reconnaissait désormais la propriété d'entretenir la vie.

Les usages de l'oxygène peuvent être divisés en *internes* et en *externes*. Je traiterai d'abord des premiers.

Asphyxies. — C'est dans ces états graves que l'oxygène peut devenir un remède souverain. L'usage de ce gaz dans les asphyxies remonte à la fin du siècle dernier, époque où Van Marum, Goodwin (d'Édimbourg), Gorey (de Neuf-Brisach), l'employèrent avec succès. Il a été ensuite abandonné, et ce n'est que depuis les recherches de Demarquay sur les gaz qu'on y est revenu.

On sait que les asphyxies résultent toutes du défaut d'oxygène dans l'hémoglobine, soit que ce gaz ne soit pas fixé en quantité suffisante sur ce principe, soit qu'il en ait été chassé par des composés toxiques, tels que le sulfhydrate d'ammoniaque, l'oxyde de carbone. On dit souvent, dans ce cas, qu'il y a empoisonnement, mais cet empoisonnement est l'asphyxie même, puisque les globules rouges sont directement atteints dans leur fonction. Une observation dont j'ai été témoin m'a démontré l'excellence de l'emploi de l'oxygène dans l'asphyxie par le sulfhydrate d'ammoniaque (1).

On avait apporté à l'Hôtel-Dieu, dans le service de Grisolle, un homme que l'on avait retiré d'une fosse d'aisances, et qui se mourait. On employa le chlore et l'ammoniaque, comme si ces substances, déjà délétères par elles-mêmes, pouvaient aller neutraliser le poison dans la profondeur de l'organisme, tandis qu'il fallait l'éliminer. Après ces moyens inutiles, Lancereaux, alors chef de clinique, fit, sur ma proposition, respirer de l'oxygène au moribond. Dès la première inhalation de ce gaz, le patient alla mieux; on continua, et le succès fut tel qu'il étonna notre maître un peu sceptique.

On sait que, dans l'empoisonnement par le sulfhydrate d'ammoniaque, ce principe délétère se fixe sur les globules rouges, et réduit l'hémoglobine dont le spectre n'offre plus les bandes normales d'absorption.

(1) Voyez mes *Éléments de toxicologie*, p. 95.

Mais on sait également que ce même gaz peut être chassé facilement par l'oxygène. L'emploi de ce principe était donc nettement indiqué.

L'oxyde de carbone se fixe également sur l'hémoglobine, mais d'une manière si intime que l'oxygène ne peut que très-difficilement l'en séparer. Néanmoins, l'emploi de cet agent est encore ici nettement indiqué. Il se fixe sur les globules rouges non atteints par l'oxyde de carbone et en active le fonctionnement; en outre, par un effet connu en chimie sous le nom d'influence de la masse, il chasse du plasma une certaine quantité d'acide carbonique et vient s'y dissoudre comme dans le sérum qu'on charge d'oxygène par le battage au contact de l'air. Si l'on ne peut faire respirer directement l'oxygène, on doit recourir à la respiration artificielle.

La respiration naturelle ou artificielle de l'oxygène pur, ainsi que l'emploi des courants continus ascendants, est l'un des meilleurs moyens propres à rappeler la vie chez les sujets asphyxiés par les anesthésiques.

En effet, d'après des expériences de Ludger Lallemand, Perrin et Duroy (1), l'oxygène, administré en même temps que le chloroforme, retarde l'action anesthésique, et des chiens endormis complètement par le chloroforme peuvent être réveillés promptement par des inhalations d'oxygène. — Quant à l'emploi des courants continus et ascendants dans l'asphyxie par le chloroforme, nous en sommes redevables surtout à Legros et à Onimus. Les courants ascendants sont ceux que l'on fait passer dans le corps, le pôle positif étant placé dans le rectum et le pôle négatif dans la bouche.

Syncope. — On a vu plus haut que l'oxygène avait la propriété de régulariser et d'activer les contractions cardiaques en agissant sur les ganglions automoteurs. L'emploi de l'oxygène dans les cas de syncope est donc l'un des moyens les plus rationnels.

Albuminurie. — **Diabète.** — Dans l'expérience faite par Eckart, sur un albuminurique, les inhalations d'oxygène ont augmenté l'urée, et, par conséquent, modéré le passage de l'albumine dans les urines. On sait, d'un autre côté, et l'on verra bientôt que tous les médicaments oxydants, tels que les ferrugineux, les chlorures, peuvent être utiles dans l'albuminurie et dans la glycosurie. En effet, utiliser les principes albuminoïdes et sucrés, au lieu de les éliminer en pure perte, tel est le résultat à atteindre. On a donc essayé l'emploi de l'oxygène

(1) *Du rôle de l'alcool et des anesthésiques dans l'organisme*. Paris, 1860, p. 334.

dans ces maladies; l'amélioration et même la disparition temporaire de ces états morbides ont eu lieu, mais le mal a reparu.

Phthisie. — J'en dirai autant au sujet de cette maladie. On a fait respirer l'oxygène aux phthisiques, on a créé pour eux des instituts pneumatiques; parfois un bien-être passager, mais souvent des symptômes inflammatoires ont été les résultats de cette inhalation d'oxygène. Ce qu'il faut aux tuberculeux, c'est sans doute un air pur; mais il faut d'autres moyens que j'énumérerai au sujet du traitement de cette maladie trop délaissée de nos jours, lorsque j'étudierai les médicaments réparateurs, tels que le phosphate de chaux et l'huile de foie de morue.

Asthme. — L'oxygène paraît avoir été employé pour la première fois, dans cette affection, par Beddoës, puis, en 1782, par Marching et Poulle (de Montpellier); en 1784, par Stoll, puis par Chaptal. A notre époque, Demarquay, Trousseau et Pidoux l'ont employé parfois avec avantage. Pendant les accès, il rend la respiration moins pénible et moins accélérée; le pouls perd sa petitesse et sa fréquence. Ces effets se conçoivent, mais le médicament, utile au moment de l'accès, ne modifie pas l'état morbide. Nous avons maintenant un autre agent, le bromure de potassium qui peut prévenir les attaques, et, à son défaut, nous pourrions tirer quelque utilité de l'arsenic. Les avantages de l'oxygène, à un moment donné, dans la dilatation bronchique et dans l'emphysème, se conçoivent également, mais l'oxygène ne guérit en rien l'état morbide.

Tels ont été les principaux emplois internes de l'oxygène dans un but thérapeutique. On a vu que les asphyxies étaient les seuls états morbides dans lesquels on pût obtenir de véritables succès, parce que ces états sont passagers.

Pour être complet, j'ajouterai que l'eau chargée d'oxygène a été conseillée dans les dyspepsies atoniques (l'eau n'en dissout que $\frac{1}{7}$ de son volume); que du pain, qui avait séjourné dans une atmosphère d'oxygène, a paru être mieux digéré (l'oxygène, chassant l'acide carbonique du pain, empêche seulement le développement des mucédinées).

Usages externes. — Le contact de l'oxygène est nuisible aux plaies; en effet, d'après les recherches de Demarquay et de Leconte sur les gaz, tandis que l'acide carbonique favorise la cicatrisation, que l'azote est inerte, l'oxygène retarde cette cicatrisation. Il serait donc avantageux de plonger, comme on l'a fait déjà, dans une atmosphère d'acide carbonique les membres affectés de plaie, au lieu de les laisser exposés au contact de l'air.

Il est une affection dans laquelle le contact de l'oxygène est avantageux, c'est la *gangrène* localisée. Raynaud, dans son travail sur la gangrène symétrique des extrémités, avait été conduit à admettre que l'une des conditions de cet état morbide était l'absence de l'oxygène. Laugier mit cette idée en pratique; il plaça les extrémités affectées de gangrène dans des manchons mis en communication avec un appareil plein d'oxygène, et il vit l'œdème disparaître, la gangrène se limiter, et les parties menacées de sphacèle perdre leur teinte livide pour prendre une coloration rosée. Depuis, d'autres médecins ont signalé des succès.

EAU OXYGÉNÉE. — OZONE.

Dans ces dernières années, on a cherché à se rendre compte de la manière dont l'oxygène ordinaire se comportait dans l'organisme. Cette question difficile n'a présenté jusqu'ici qu'un intérêt scientifique; toutefois, je crois devoir en traiter brièvement, car les quelques données que l'on possède déjà pourront parfois nous éclairer sur l'action intime des médicaments modificateurs de la nutrition.

L'étude de l'ozone se rattachant à celle de l'eau oxygénée, je dirai d'abord un mot de cette dernière.

Eau oxygénée, bioxyde ou peroxyde d'hydrogène. — Ce liquide, découvert par Thenard, en 1818, se forme dans diverses circonstances; par exemple, lorsqu'on traite le bioxyde de baryum par l'acide chlorhydrique, lorsqu'on agite l'amalgame de plomb avec de l'oxygène et de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, lorsqu'on traite l'acide pyrogallique par une dissolution de potasse au contact de l'oxygène.

L'une des propriétés les plus curieuses de l'eau oxygénée est de se décomposer, en eau et en oxygène, au contact de la fibrine du sang coagulé. Il est infiniment probable que la fibrine en dissolution dans le sang possède cette propriété; toutefois, on ne peut l'affirmer, car on n'a pas encore réussi à obtenir la fibrine à l'état liquide en dehors de l'organisme. L'albumine en dissolution ne se comporte nullement comme la fibrine; en effet, d'après les expériences de Schönbein, cette substance et l'eau oxygénée peuvent être très-longtemps en contact à la température ordinaire sans agir sensiblement l'une sur l'autre. Mais il n'en est pas de même des globules rouges. Quand on fait agir de l'eau oxygénée sur du sang défibriné, elle se décompose avec rapidité. De plus, on constate, d'après Schönbein, la formation d'une matière blanche, floconneuse, qui a toutes les propriétés d'une substance albuminoïde et qui possède elle-même celle de décomposer d'une manière appréciable l'eau oxygénée, sans éprouver de modification appréciable. Cette dernière substance, qui provient du globule du sang détruit par le bioxyde d'hydrogène, se rapproche donc beaucoup de la fibrine du sang et elle lui est peut-être identique. Elle communique au sang complètement décoloré par l'eau oxygénée la propriété de la

décomposer encore d'une manière sensible. Si l'on enlève cette matière blanche, en filtrant le liquide, celui-ci ne décompose plus le bioxyde d'hydrogène. Mais, si le liquide filtré est encore rouge, c'est-à-dire s'il contient encore quelques globules ou de l'hémoglobine, il décompose le peroxyde d'hydrogène en se troublant légèrement, par suite de la formation d'une nouvelle quantité de la substance analogue à la fibrine. Cependant cette dernière substance, et la fibrine elle-même, comme l'a reconnu Schönbein, perdent à la longue la propriété de décomposer l'eau oxygénée.

La décomposition de l'eau oxygénée sous l'influence des globules rouges peut se prouver d'une autre manière.

La teinture de gaïac additionnée d'eau oxygénée ne change pas de couleur, mais l'ozone la colore immédiatement en bleu. Or, si l'on ajoute du sang défibriné au mélange d'eau oxygénée et de teinture de gaïac, on voit aussitôt se produire la coloration bleue caractéristique. On peut même reconnaître des traces de sang par ce procédé, ce qui le rend aussi précieux que l'analyse spectrale dans les applications des sciences physico-chimiques à la médecine légale.

Il serait utile d'étudier la substance blanche provenant de l'action de l'eau oxygénée sur les globules. Elle se rapproche de la fibrine par la propriété qu'elle possède de décomposer l'eau oxygénée, mais elle s'en sépare par la facilité avec laquelle on peut l'isoler à l'état soluble. Il est possible qu'elle se rapproche davantage de la fibrine soluble de Denis ou de la métalbumine, ou enfin de l'hydropisine, toutes substances qui font partie de divers liquides, tels que ceux de l'ascite, de l'hydrocèle, des kystes ovariens, etc.

Ozone. — Lorsqu'on fait passer une série d'étincelles électriques dans l'oxygène ordinaire, on constate que ce gaz possède une odeur particulière qui lui a fait donner le nom d'ozone (de $\zeta\alpha\omega$, sentir).

Le gaz qui se dégage au pôle positif d'une pile dont l'électrode est en platine possède la même propriété. Enfin, on peut obtenir de l'ozone dans un grand nombre de circonstances, par exemple en mettant l'oxygène ordinaire en contact avec du phosphore humide et en général avec toute substance facilement oxydable et volatile à la température ordinaire ou à la température de l'ébullition de l'eau. Dans toutes ces circonstances il se forme de l'eau oxygénée.

D'après Schönbein, l'oxygène ordinaire \circ ne produirait même aucune oxydation sans avoir subi une modification allotropique d'où résulterait la formation d'ozone. En outre, cette expression univoque ne suffirait plus, car il y aurait deux variétés d'ozone; l'une, qui serait l'ozone proprement dit et représenté par \ominus ; l'autre, qui serait l'antozone représenté par \oplus . Ce serait l'ozone seul qui se combinerait avec les substances facilement oxydables tels que le phosphore, l'acide pyrogallique, l'hématoxyline; l'antozone serait indifférent pour ces substances, mais il se combinerait facilement avec l'eau H^2O pour former l'eau oxygénée $H^2O + \oplus$. Sous l'influence des substances facilement oxydables, l'oxygène ordinaire serait donc polarisé en donnant \ominus et \oplus , l'ozone devenant tantôt libre, ou n'apparaissant pas à cause de son emploi dans les combustions qu'il détermine, et l'antozone se combinant avec H^2O pour

donner du bioxyde d'hydrogène. C'est ainsi que, dans l'action de l'oxygène humide sur l'acide pyrogallique, l'ozone \ominus , qui prend naissance, oxyde cet acide en le rendant noir, tandis que l'antozone \oplus se combine avec l'eau pour former de l'eau oxygénée.

Schönbein pense que les oxydations, qui se produisent dans l'intérieur de l'organisme, se font de la même manière que les oxydations lentes d'un grand nombre de substances organiques et inorganiques en présence de l'air humide. Pour que cette opinion devint une vérité il faudrait démontrer dans le sang la formation, d'une part, de l'ozone et, d'autre part, de l'eau oxygénée. Or, on n'a pas encore prouvé, d'une manière certaine, la présence de l'ozone dans le sang et, d'un autre côté, le peroxyde d'hydrogène doit se détruire dans ce liquide aussitôt et après sa formation, si toutefois elle a lieu. Mais, de ce que ces deux principes n'ont pas été trouvés dans le sang, on ne peut pas conclure qu'ils ne s'y forment pas à chaque instant pour être employés ou détruits immédiatement après leur apparition.

En effet, lorsqu'on traite par l'acide pyrogallique une solution de potasse au contact de l'oxygène ordinaire, il se forme de l'eau oxygénée, comme nous l'avons dit déjà, mais on ne peut recueillir l'ozone qui se produit, parce qu'il est employé aussitôt pour oxyder cet acide qui se colore en noir. D'un autre côté, lorsqu'on traite l'eau oxygénée par le noir de platine, elle se décompose en donnant de l'eau ordinaire et l'antozone \oplus se transforme en ozone. Les globules sanguins peuvent être comparés au noir de platine. Les choses se passeraient donc de la manière suivante : l'oxygène introduit par les voies respiratoires se polariserait, d'où résulterait la formation d'ozone et d'eau oxygénée; celle-ci serait détruite par les globules rouges qui la dédoubleraient en eau et transformeraient son antozone en ozone. Quant à cette transformation, sous l'influence des globules, elle a été prouvée précédemment par l'action qu'exercent les globules rouges dans un mélange d'eau oxygénée et de teinture de gaïac.

La formation d'eau oxygénée dans le sang peut rendre compte de quelques faits difficiles à expliquer. Les sels ferriques sont transformés en sels ferreux dans l'organisme, et j'ai démontré que plusieurs substances subissaient également des phénomènes de réduction. Or, on sait que l'eau oxygénée ramène, dans certaines conditions, le peroxyde de fer à l'état de protoxyde.

État naturel. — L'ozone paraît exister constamment dans l'atmosphère. Mais les proportions en sont variables suivant plusieurs circonstances, suivant la saison, le jour et la nuit, l'état hygrométrique et l'état électrique de l'air. D'après Cornelius Fox, à qui l'on doit un travail étendu sur cette matière (1), l'ozone est plus abondant en hiver qu'en été; la quantité en est maxima au mois de mars et minima au mois de novembre; pendant l'hiver, l'atmosphère en contient plus la nuit que le jour, tandis que c'est le contraire en été; plus il y a d'électricité dans l'air, plus il y a d'ozone.

La production de l'ozone est attribuée à plusieurs causes : aux courants élec-

(1) *Ozone and antozone*, par A. Cornelius Fox. Londres, 1873.

triques que l'on croyait d'abord en être la source unique; à la phosphorescence de la mer, à la végétation, etc. Les plantes donneraient lieu constamment à un dégagement d'ozone pendant le jour, tandis que le phénomène cesserait pendant la nuit. L'atmosphère des villes contient peu d'ozone, celle des vallées où la végétation est abondante en contient beaucoup. On a dit que l'ozone disparaissait dans les temps d'épidémie.

Influence de l'ozone. — Ce principe paraît modifier le développement et la marche des maladies. Ainsi, les affections catarrhales seraient aggravées par la respiration d'une atmosphère riche en ozone; au contraire, les fièvres intermittentes, le typhus, la scarlatine, la rougeole, etc., diminueraient dans ce cas.

Résumé sur l'oxygène et l'ozone.

L'oxygène, introduit dans le torrent circulatoire, se fixe sur l'hémoglobine à laquelle il communique une coloration rouge; il ne se dissout qu'en très-faible quantité dans le plasma qui se charge au contraire de l'acide carbonique pour le transporter aux poumons. Les globules rouges sont donc les agents vecteurs de l'oxygène et, par conséquent, les agents directs des oxydations.

Le sang défibriné et chargé d'oxygène fixé par l'hémoglobine, étant injecté dans les artères chez des sujets dont les membres sont déjà rigides, ramène la contractilité musculaire et l'excitabilité nerveuse. Par conséquent le gaz oxygène, indispensable pour l'accomplissement des phénomènes chimiques de la nutrition, ramène cette fonction dans les éléments anatomiques dont la mort est postérieure à la mort de l'individu.

Les usages thérapeutiques de l'oxygène sont restreints. C'est surtout dans les asphyxies que ce gaz est utile; on peut même avancer que l'oxygène est souverain dans l'asphyxie sulfhydrique. En effet, l'oxygène a la propriété de chasser des globules rouges l'acide sulfhydrique et le sulfhydrate d'ammoniaque qui les coloraient en noir, et de se substituer à leur place, en rendant aux globules leur coloration rouge, et en faisant disparaître les bandes normales d'absorption que présente au spectroscope l'hémoglobine oxygénée. L'emploi de l'oxygène dans l'empoisonnement par l'oxyde de carbone est utile, mais moins efficace, car ce gaz ne chasse que très-difficilement l'oxyde de carbone qui s'est fixé sur les globules.

Les inhalations d'oxygène dans l'asthme, l'emphysème, la glycosurie, l'albuminurie, la phthisie, ne produisent qu'un effet passager; elles ne guérissent pas l'état morbide. Elles peuvent même être nuisibles dans la phthisie.

Les oxydations qui se passent dans l'organisme peuvent être rapportées à la transformation de l'oxygène neutre en ozone et en antozone. Cette transformation paraît être produite par les globules rouges. Si l'on ne peut démontrer dans le sang la présence, ni de l'eau oxygénée, ni de l'ozone, c'est que le bioxyde d'hydrogène est décomposé facilement par les globules rouges et par la fibrine, et que l'ozone est absorbé avec rapidité par les mêmes globules et par les matières protéiques du sang.

II. — FERRUGINEUX.

Les FERRUGINEUX comprennent le fer et un certain nombre des combinaisons de ce métal. Ils font partie du groupe des agents auxquels les auteurs ont donné le nom de *toniques corroborants, reconstituants*. L'étude physiologique de ces médicaments conduit à les ranger parmi les modificateurs les plus puissants de l'hématose. En effet, leur rôle primitif consiste à augmenter le nombre des globules rouges ou hématies, ce qui en fait des *hématogènes* par excellence, ou des *hématiques*, suivant la classification de Pereira.

Historique. — L'usage médical des ferrugineux remonte à la plus haute antiquité. Suivant Apollodore, six cents ans avant notre ère, l'un des Argonautes fut guéri d'impuissance par la rouille de fer dissoute dans le vin. Pendant la période hippocratique, les ferrugineux ne furent employés qu'en applications topiques astringentes; mais, plus tard, on les administra à l'intérieur. Ainsi, Pline mentionne l'administration du fer pour arrêter les pertes utérines (*sistit et foeminarum profluvia*). Il rapporte que l'eau ferrée, obtenue en plongeant un fer rouge dans l'eau (*calefit etiam ferro candente aqua*), était employée fréquemment, surtout dans la dysenterie (*in multis vitis, primum vero in dysenteria*). Celse, Aetius, et, à une époque plus rapprochée, les Arabes firent usage du fer dans divers états morbides. Rhazès reconnut qu'il exaltait les facultés génératrices. En 1571, Monardes (de Séville) publia un Traité où les propriétés des ferrugineux étaient appréciées à leur juste valeur. Mais l'emploi de ces agents ne prit sa véritable extension qu'à dater de Sydenham (1681), qui s'en servit avec un succès étonnant dans la chlorose.

Depuis cette époque, nous voyons le fer cité avec avantage dans toutes les matières médicales et dans toutes les pharmacopées. On peut même dire aujourd'hui que, sans ce médicament et quelques autres, tels que l'opium et les iodiques, notre science serait souvent inutile.

État naturel. — Le fer est l'un des métaux les plus abondamment répandus dans la nature. On le trouve parfois à l'état natif, mais le plus souvent à l'état de combinaisons (oxydes, sulfures, carbonate, etc.). Les eaux minérales ferrugineuses renferment tantôt du bicarbonate, tantôt du sulfate, plus rarement de l'arséniate, du crénate de fer, etc. Enfin, ce métal se trouve à l'état de diffusion. Il suffit de traiter par l'eau régale une poignée de terre ou de sable pour que la liqueur