

réalise, du moins en grande partie, les conditions que nous venons d'indiquer. Cet appareil a des dimensions suffisantes pour que l'homme puisse s'y placer. Il consiste en une chambre cubique en tôle de fer, d'une capacité de 12,000 litres, c'est-à-dire de 12 mètres cubes. Cette chambre est pourvue d'une porte, et couverte sur le dessus par un châssis vitré. Il y a aussi de petits jours vitrés sur les côtés. L'air est mis en mouvement par aspiration. Cette aspiration est produite par une pompe mise en jeu à l'aide d'une machine à vapeur. L'air nouveau pénètre dans l'enceinte par des ouvertures multiples pratiquées à des hauteurs différentes; et l'air qui a traversé l'enceinte, et qui est soutiré par la pompe aspiratrice, à des hauteurs différentes aussi, passe dans une succession de tubes à boules qui contiennent les uns de l'acide sulfurique, pour la fixation de la vapeur d'eau; les autres, de l'eau de chaux ou mieux de l'eau de baryte pour la fixation de l'acide carbonique. A l'aide d'une pompe particulière, on peut à chaque instant puiser du gaz dans la chambre pour en faire l'analyse. L'analyse du mélange gazeux contenu dans la chambre doit, d'ailleurs, comme dans l'appareil de M. Regnault, être faite à la fin de l'expérience, afin de ne négliger aucune portion de l'acide carbonique produit.

La température et le degré hygrométrique de l'air contenu dans l'appareil sont indiqués par un psychromètre ¹.

Le renouvellement de l'air dans l'appareil doit être tel que l'odorat le plus fin ne sente aucune odeur au mélange gazeux qui vient de la chambre. Pour savoir si l'appareil est hermétiquement fermé, on l'essaye à l'aide d'un carbure d'hydrogène, dont la composition est connue et qu'on brûle dans l'enceinte. L'eau et l'acide carbonique produits sont recueillis et analysés. Si l'appareil ne perd pas, il doit y avoir conformité parfaite entre le résultat de la combustion et la formule connue du composé ².

¹ Le psychromètre est un instrument composé de deux thermomètres. L'un est tenu sec, c'est-à-dire placé dans un manchon de verre fermé qui l'isole du milieu : il donne la température. L'autre, exposé au milieu ambiant et par conséquent humide, donne le degré d'humidité du milieu par le refroidissement que produit l'évaporation à sa surface. Le refroidissement est, en effet, subordonné à la quantité de vapeur d'eau et à la température. Or, la température étant connue, la quantité de vapeur d'eau, c'est-à-dire l'état hygrométrique, s'en déduit.

² M. Reiset a récemment publié une nouvelle série d'expériences qu'il a faites seul à l'aide de l'appareil construit autrefois par M. Regnault. Seulement l'enceinte, qui renferme l'animal, a été agrandie : elle mesure 550 litres de capacité. Cette enceinte est entourée d'eau à une température constante; les animaux y séjournent au moins 12 heures. Un mouton, du poids de 66 kilogrammes (c'est le poids moyen de l'homme), exhalait en une heure 44 grammes d'acide carbonique, une brebis de 65 kilogrammes exhalait dans le même temps 32 grammes d'acide carbonique, une autre exhalait 36 grammes d'acide carbonique. Ces résultats sont en complète concordance avec ceux qui ont été obtenus chez l'homme.

Dans des recherches analogues entreprises sur les oies et les dindons, il a constaté de nouveau que ces animaux exhalaient, eu égard à leur poids, une quantité plus grande d'acide carbonique que les mammifères de grande taille.

§ 139.

Rapport entre la quantité d'oxygène absorbé et la quantité d'acide carbonique exhalé. — En moyenne, l'air expiré contient, en volume, 4,87 d'oxygène en moins que l'air inspiré; d'une autre part, il contient en moyenne 4,26 en plus d'acide carbonique ¹. Ces deux quantités (4,87 et 4,26), quoique à peu près égales, ne le sont cependant pas tout à fait. En effet, d'après les moyennes précédentes, pour chaque litre d'acide carbonique exhalé par le poumon, il y aurait 1^m,14 d'oxygène absorbé. Cette différence devient plus saillante si nous suivons la respiration pendant une durée d'une heure. En une heure, en effet, l'homme rend environ 18^m,5 d'acide carbonique, et, pendant le même temps, il absorbe par le poumon 21 litres d'oxygène. La quantité d'oxygène absorbé pendant la respiration l'emporte donc sur la quantité d'acide carbonique exhalé. Lorsque la proportion d'acide carbonique exhalé par la respiration augmente et que la proportion d'oxygène absorbé augmente, ou lorsque la proportion d'acide carbonique exhalé diminue et que la proportion d'oxygène absorbé diminue (phénomènes qui marchent ensemble, ainsi que nous venons de le voir), il y a toujours excès de l'absorption d'oxygène sur l'exhalation d'acide carbonique, bien que le rapport proportionnel ne soit pas toujours exactement le même ².

Voilà pourquoi, à la longue, le volume de l'air expiré ne représente pas complètement le volume de l'air inspiré. On peut donc dire, dans l'acception rigoureuse du mot, que l'animal *consomme* une certaine proportion d'air. Il est vrai que cette différence est comblée, en partie, par l'excès d'azote que les animaux rendent parfois par la respiration. Mais cette exhalation d'azote n'a pas lieu dans tous les moments, et, quand elle a lieu, elle est trop faible pour établir une compensation complète. Il résulte du fait que nous signalons que les animaux, placés dans un milieu atmosphérique limité, finissent, à la longue, par en diminuer réellement le volume.

A quoi est dû cet excès d'absorption d'oxygène? L'acide carbonique expiré n'étant, en résumé, que le produit définitif de la combustion des éléments du sang aux dépens de l'oxygène inspiré, l'acide carbonique et l'oxygène devraient se correspondre volume à volume, car un volume déterminé d'oxygène qui brûle du charbon donne un égal volume d'acide carbonique. Mais les résultats de la combustion animale ne consistent pas seulement en acide carbonique, ils consistent encore en d'autres produits et particulièrement en eau. Une partie de l'oxygène inspiré est utilisée à la combustion de l'hydrogène : dès lors le volume d'acide car-

¹ La quantité d'acide carbonique contenue dans l'air atmosphérique est si petite qu'on peut la négliger. Elle ne changerait pas ces moyennes.

² La nature de l'alimentation peut faire varier ce rapport, ainsi que celle du sommeil éthargique des mammifères hibernants (Regnault et Reiset). Il en est de même de certains états pathologiques, tels que le choléra (Doyère).

bonique exhalé en un temps donné ne représente jamais exactement le volume total de l'oxygène absorbé ¹.

§ 140.

Des causes qui font varier la proportion d'acide carbonique exhalé par le poumon en un temps donné. — L'homme, avons-nous dit, exhale par le poumon environ 18^u,5 d'acide carbonique (en poids 36 grammes) par heure. Mais c'est là une moyenne susceptible de varier dans des limites très-étendues. Un grand nombre de causes peuvent faire varier ces proportions. Telles sont, entre autres : l'espèce à laquelle appartient l'animal, les différences individuelles tenant au développement des poumons, les rythmes variés de la respiration, l'âge et le sexe des individus, la température ambiante, la qualité de l'alimentation, l'état d'inanition ou de nourriture insuffisante, l'état de veille ou de sommeil, la torpeur hibernale de quelques espèces animales. Ces conditions, en apparence si diverses, tiennent toutes à une cause générale qui est la même, c'est-à-dire à la quantité variable d'acide carbonique produit dans le sang en un temps donné, ou, autrement dit, aux oxydations variables des éléments du sang.

Les expériences de MM. Regnault et Reiset ont démontré que, dans un temps donné, les animaux plus petits que l'homme, tels que le chien, le lapin, les oiseaux, exhalent, *eu égard à leur poids*, une quantité d'acide carbonique plus considérable que l'homme et consomment, par conséquent, aussi, une quantité plus forte d'oxygène. Le degré d'altération de l'air qui passe à chaque respiration par les poumons diffère donc chez eux de ce qu'il est chez l'homme. Pour nous exprimer en d'autres termes, nous dirons que, pour un kilogramme de poids du corps, la consommation d'oxygène et la production d'acide carbonique sont plus grandes chez les animaux de petite taille que chez ceux dont le corps est volumineux. Cette énergie, plus grande dans la respiration des animaux de petite taille, est liée à des conditions de température animale, sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Elle tient sans doute aussi à l'étendue de la surface *développée* du poumon, comparée avec le poids du corps de l'animal. Ce qui est certain, c'est que la capacité du poumon est proportionnellement moindre chez l'homme que chez la plupart des quadrupèdes de petite taille.

Le rythme de la respiration, c'est-à-dire sa vitesse ou sa lenteur, a, sur

¹ Parmi les conditions qui peuvent faire varier les rapports entre la quantité d'oxygène absorbé et la quantité d'acide carbonique exhalé, le sommeil tient le premier rang. MM. Pectenkofer et Voigt, en renfermant un homme dans leur appareil pendant une durée de 24 heures, ont noté que la quantité d'acide carbonique exhalé pendant le jour l'emportait sur la quantité d'acide carbonique exhalé pendant la nuit. Aussi pendant la nuit il se fait une absorption d'oxygène qui l'emporte beaucoup plus que pendant le jour sur la quantité d'acide carbonique exhalé. Ils ont vu sur un homme adulte de 28 ans la proportion d'oxygène absorbé pendant la nuit s'élever à 67 p. 100, tandis que la quantité d'acide carbonique exhalé n'était que de 42 p. 100.

la proportion d'acide carbonique contenue dans les produits de l'expiration, une influence marquée. Lorsque la respiration est très-accélérée, la proportion d'acide carbonique diminue notablement dans l'air expiré. Il semble que son exhalation n'ait pas le temps de se produire. Une respiration lente favorise, au contraire, la sortie de l'acide carbonique. M. Vierordt fait 60 mouvements respiratoires par minute; il n'y a que 2,4 pour 100 d'acide carbonique dans l'air expiré; il fait seulement 11 mouvements respiratoires dans le même temps : l'air expiré contient 4,34 pour 100 d'acide carbonique; il conserve l'air dans les poumons pendant 20 secondes (3 mouvements respiratoires par minute); cet air en contient 6,5 pour 100 à l'expiration. La proportion d'acide carbonique contenue dans de l'air conservé dans les poumons pendant 60 secondes s'élève à 7,44 pour 100. M. Horn et M. Lossen ont fait sur eux-mêmes des expériences analogues.

La même condition qui fait varier la quantité d'acide carbonique exhalé par les poumons en un temps donné est accompagnée de variations correspondantes dans la quantité d'oxygène absorbé. Nous voyons, dans les expériences de M. Valentin, que la quantité d'oxygène absorbé qui était, pour la respiration normale, de 4,87 pour 100 pour chaque respiration, peut s'élever à 7,50 quand la respiration est très-ralentie.

Absorption d'oxygène, exhalation d'acide carbonique, constituent, au point de vue chimique de la respiration, deux termes liés l'un à l'autre. Ils augmentent ensemble, de manière que leur rapport reste toujours à peu près le même. Ceci est vrai non-seulement dans les conditions exceptionnelles dans lesquelles se sont placés les observateurs qui ont expérimenté sur l'homme ou sur eux-mêmes, mais encore le même résultat s'est produit dans les diverses recherches tentées sur la respiration des animaux. Cette constance dans le rapport entre la quantité d'oxygène absorbé et la quantité d'acide carbonique exhalé tient, en effet, à l'essence même des phénomènes de la respiration.

Relativement au sexe et à l'âge, MM. Andral et Gavarret ont fait des expériences nombreuses, qui établissent que l'homme exhale une quantité d'acide carbonique plus considérable que la femme, et cette différence est surtout marquée entre trente et quarante ans. Chez l'homme, la quantité d'acide carbonique exhalé va croissant de huit à trente ans. A partir de trente ans, l'exhalation d'acide carbonique commence à décroître. A l'époque de l'extrême vieillesse, l'exhalation d'acide carbonique est à peu près ce qu'elle était vers l'âge de dix ans.

Chez la femme, l'exhalation de l'acide carbonique croît aussi jusqu'à la puberté. Quand la menstruation apparaît, elle reste stationnaire (l'économie se débarrassant périodiquement, par les règles, d'une partie du sang non comburé). Elle augmente à l'époque de l'âge de retour, puis elle décroît, comme chez l'homme, à mesure que la femme approche de la vieillesse. Lorsque les règles de la femme sont suspendues, accidentellement ou pendant la durée de la grossesse, le chiffre de l'acide

carbonique exhalé par le poumon s'élève momentanément. Enfin, dans les deux sexes et à tous les âges, la quantité d'acide carbonique exhalé par le poumon est d'autant plus élevée que la constitution est plus forte.

On doit conclure des expériences précédentes que l'énergie des combustions qui s'exécutent dans le sang, sous l'influence de l'oxygène absorbé par la respiration, diminue avec les progrès de l'âge depuis l'état adulte jusqu'à l'extrême vieillesse. Mais il n'en faudrait pas conclure que cette énergie est moindre chez les jeunes enfants que chez les adultes. Chez les adultes, il est vrai, la proportion d'acide carbonique exhalé est plus forte, en un temps donné, que chez les enfants; mais il faut remarquer que le poids des uns est beaucoup plus grand que celui des autres. Dans les expériences de MM. Andral et Gavarret, un enfant de huit ans exhale, en une heure, une quantité d'acide carbonique qui représente 5 grammes de carbone brûlé; entre seize et quarante ans, la quantité d'acide carbonique exhalé dans le même temps est à peu près du double; elle représente environ 10 grammes de carbone brûlé¹. Mais il est bien certain qu'un enfant de huit ans ne pèse pas la moitié d'un adulte (en moyenne, il ne pèse pas même le tiers, d'après les tables de M. Quételet). Or, si nous rapportons à 1 kilogramme de poids du corps la quantité d'acide carbonique produite en un temps donné, il est facile de voir, d'après les résultats de MM. Andral et Gavarret, que dans l'enfance cette quantité est plus élevée que dans l'âge adulte, et, *à fortiori*, que dans la vieillesse. Cela est, du reste, parfaitement en rapport avec l'activité des fonctions nutritives chez l'enfant, avec sa petite masse qui l'expose plus que l'adulte aux causes de refroidissement, et avec la quantité, proportionnellement plus grande, de son alimentation. Cette évaluation de la quantité d'acide carbonique produit en un temps donné, rapportée à 1 kilogramme du poids de l'animal, sera plus d'une fois employée dans le cours de ce chapitre et des suivants, et elle est véritablement la manière la plus exacte de se rendre compte des phénomènes de combustion qui s'accomplissent dans l'économie.

La figure 65 représente l'appareil employé par MM. Andral et Gavarret dans leurs expériences. Cet appareil se compose de trois grands ballons de verre D, D', D'', reliés entre eux par un tube qui leur est commun et par des manchons de caoutchouc. Avant de procéder à l'expérience, on détache le masque ABC et on fait le vide dans les ballons, en mettant le robinet E en communication avec une machine pneumatique ou avec une pompe aspirante. Le vide étant poussé aussi loin que possible, on ferme le robinet E pour maintenir le vide, et on fixe à l'appareil le masque ABC, à l'aide d'un tube flexible terminé par un manchon en caoutchouc.

Le sujet en expérience place alors son visage dans l'ouverture du masque. Cette ouverture est garnie, sur ses contours, d'un bourrelet de

¹ 10 grammes de carbone brûlé correspondent à un peu plus de 18 litres d'acide carbonique.

caoutchouc destiné à établir un contact hermétique avec le visage. Cela fait, on ouvre d'un certain degré le robinet E. Le vide des ballons force l'air extérieur à entrer dans l'appareil par le tube B, qui fait partie du masque. Le sujet en expérience respire dans le courant d'air; ce courant entraîne avec lui dans les ballons les produits de l'expiration. On gradue

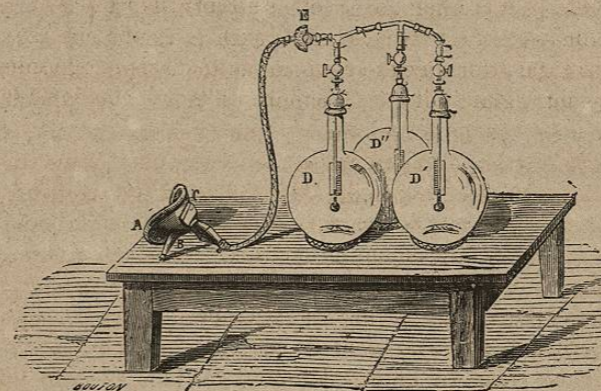


Fig. 65.

le courant d'air par le degré d'ouverture du robinet E, et de manière que les produits de l'expiration soient en totalité entraînés vers les ballons. L'aspiration exercée par les ballons pendant l'expérience tend à appliquer le visage, à le coller en quelque sorte contre le contour du masque, de manière que les produits de l'expiration n'aient aucune tendance à s'échapper au dehors, entre le visage et le masque. Les produits de l'expiration ne peuvent pas non plus sortir par le tube B, qui termine le masque, attendu la direction du courant d'air; cependant, pour plus de sûreté et pour s'opposer à tout courant rétrograde, on place à l'ouverture du tube B une petite sphère de liège, qui, formant soupape, permet l'entrée de l'air et s'oppose à sa sortie. Il y a en C, sur le masque, un cadre supportant une lame de verre qui permet d'examiner le visage du sujet et de voir si l'expérience marche bien. On arrête l'expérience, avant que le vide des ballons soit complètement comblé, en fermant le robinet E. On laisse ensuite refroidir l'appareil, et, après les corrections de pression et de température, on pratique l'analyse du mélange gazeux contenu dans les ballons, d'après les procédés indiqués précédemment (Voy. § 136).

M. Moleschott a fait sur les batraciens des expériences qui sont tout à fait concordantes avec celles de MM. Andral et Gavarret. La quantité d'acide carbonique produit dans le même temps par le *buffo cinereus* mâle et par la femelle sont :: 1,43 : 1; par la *rana esculenta* mâle et femelle :: 1,28 : 1; par le *buffo calamita* et sa femelle :: 1,12 : 1; par la *rana temporaria* et sa femelle :: 1,28 : 1.

La quantité d'acide carbonique exhalé par un même individu varie

avec la température. Cette quantité est moindre par une température élevée; elle est plus grande par une basse température. Dans les expériences de M. Valentin, elle a été de 4,37 pour 100 pour une température moyenne de 0° (centigrade); et de 3,56 pour 100 pour une température de +21°. Dans celles de M. Vierordt, elle était de 5 pour 100 pour une température de +3° (centigrades); elle s'est abaissée à 4,2 pour une température de +24° (centigrades). M. Smith a également remarqué, dans ses recherches, que durant l'été la quantité d'acide carbonique exhalé en un temps donné était généralement de 20 p. 100 moindre que dans l'hiver. Remarquons que l'homme qui doit lutter contre le froid par sa chaleur propre a une température sensiblement constante. Il doit donc produire plus de chaleur quand il fait froid que quand il fait chaud. Les oxydations de nutrition, et, en particulier, la production de l'acide carbonique, se trouvent donc dans une relation intime avec la température ambiante. Ajoutons encore que la quantité des matériaux de combustion ingérés (aliments) augmente aussi d'une manière générale avec l'abaissement de la température.

Les expériences de M. Letellier ont fourni chez les animaux des résultats analogues. Chez les petits mammifères, la souris, par exemple, la quantité d'acide carbonique exhalé, dans des temps égaux, par le même animal, est deux fois plus grande à la température de 0 que dans l'air à 30 ou 40 degrés centigrades. Chez les oiseaux, la tourterelle et le serin, la quantité d'acide carbonique exhalé, dans les mêmes conditions, a été trois fois plus grande dans la température basse que dans la température élevée.

L'élévation de la pression atmosphérique diminue un peu la proportion d'acide carbonique exhalé (Vierordt, Hervier et Saint-Lager, Viventot). Il est probable que ce résultat est dû à une modification passagère dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose gazeuse, dont le poumon est le siège.

Pendant le sommeil, la quantité d'acide carbonique produit s'abaisse un peu. Notons que le sommeil est caractérisé par le ralentissement de la circulation et le calme des mouvements respiratoires. Des expériences directes ont été faites sur ce point par M. Boussingault, sur les tourterelles, et, par M. Lehmann, sur des pigeons. On sait que les oiseaux placés dans l'obscurité dorment plus sûrement que les mammifères. M. Smith ainsi que MM. Pettenkofer et Voigt (Voy. § 139) sont arrivés aux mêmes résultats dans des expériences faites sur l'homme.

La diminution de l'acide carbonique exhalé se montre aussi, mais dans des proportions considérables, pendant le sommeil hibernale des animaux. Pendant ce sommeil prolongé, non-seulement les phénomènes mécaniques de la respiration sont considérablement ralentis, mais encore les animaux demeurent, pendant un temps souvent très-prolongé, sans prendre aucune nourriture. La consommation de l'oxygène et l'exhalation de l'acide carbonique s'élevant et s'abaissant ensemble

(§ 138), on peut se faire une idée de la petite quantité d'acide carbonique exhalé pendant le sommeil hibernale par les résultats numériques suivants. Un hérisson, qui consommait 1 litre d'oxygène quand il était éveillé, ne consommait plus que 0^{lit}, 04, ou même 0^{lit}, 02, quand il était plongé dans le sommeil hibernale et pendant un même espace de temps (Saissy). Une marmotte, qui, à l'état de réveil, consommait, par heure et par kilogramme de poids du corps, 1 gramme d'oxygène, ne consommait plus par heure, quand elle était plongée dans son sommeil d'hiver, que 0^{gr}, 04 d'oxygène par kilogramme de poids du corps (Regnault et Reiset). M. Valentin a fait plus récemment des observations analogues.

L'inanition, en supprimant le renouvellement des matériaux de la combustion, diminue de la même manière la proportion d'acide carbonique exhalé par le poumon. L'alimentation insuffisante agit dans le même sens. MM. Valentin, Vierordt, Scharling ont fait sur eux-mêmes des expériences qui le démontrent clairement. Les oscillations sont plus grandes encore chez les animaux, parce qu'il est possible de faire varier chez eux les phénomènes de nutrition dans des limites plus étendues. MM. Pettenkofer et Voit font jeûner un chien de 33 kilogrammes pendant dix jours; il perd pendant ce temps 3 kilogrammes de son poids. Lorsqu'il était dans son état normal il exhalait en vingt-quatre heures 300 grammes d'acide carbonique. Après son jeûne forcé on lui donne 1^{lit}, 8 de viande et 350 grammes de graisse: dans les vingt-quatre heures qui suivent, il perd par exhalation 800 grammes d'acide carbonique.

Il en est de même aussi pour certaines espèces d'aliments. La nourriture féculente, par exemple, augmente la proportion d'acide carbonique exhalé. Des chiens nourris avec du pain donnent, en un temps donné, une proportion d'acide carbonique plus considérable que lorsqu'on les nourrit avec de la viande (Regnault et Reiset). M. Smith a montré qu'il en est de même chez l'homme. Les féculents représentent, en effet, des aliments hydrocarbonés plus directement réductibles en acide carbonique et en eau que les aliments azotés, dont la combustion est généralement incomplète, et dont les produits définitifs sont éliminés par d'autres voies.

L'alcool et les boissons alcooliques exercent, sous ce rapport, une influence remarquable. Déjà Prout et après lui M. Vierordt avaient observé qu'après l'ingestion d'une certaine quantité d'alcool, la quantité d'acide carbonique exhalé diminue au bout de peu d'instant. Cette diminution dure quelques heures, et les proportions normales de l'acide carbonique reparaisent ensuite. M. Duchek a fait, à cet égard, de curieuses expériences. Il a constaté que la diminution de l'acide carbonique dans les produits de l'expiration coïncide avec le temps que l'alcool met à disparaître du sang ¹.

¹ Dans des expériences plus récentes M. Perrin a confirmé ces résultats. De deux repas pris à la même heure, composés exactement des mêmes aliments et en même quan-

On a aussi signalé l'abaissement du chiffre de l'acide carbonique expiré dans certains états morbides, en particulier dans le typhus. Il est probable qu'un pareil résultat doit se produire dans les affections qui altèrent profondément les fonctions et entravent le jeu de l'appareil respiratoire. C'est surtout dans le choléra, maladie caractérisée par un abaissement remarquable dans la production de la chaleur animale, que la diminution dans la quantité d'acide carbonique exhalé est remarquable. M. J. Davy avait déjà observé sur les cholériques, dans l'Inde, que la quantité d'acide carbonique exhalé par eux ne représentait souvent que le tiers de la proportion normale. M. Doyère a constaté, pendant l'avant-dernière épidémie qui a sévi en France, que la proportion d'acide carbonique pouvait s'abaisser de moitié et même descendre, dans des cas graves et mortels, au quart et au cinquième de la proportion normale. En général, chez les malades qui ont guéri, la proportion d'acide carbonique ne s'est pas abaissée au-dessous de la moitié du chiffre normal.

§ 141.

De la quantité d'azote dans l'air expiré. — Lavoisier et Seguin, MM. Valentin et Brunner constatent dans leurs expériences que l'air expiré contient sensiblement la même quantité d'azote que l'air inspiré.

tité, mais avec ou sans vin, celui dans lequel il buvait du vin était toujours suivi dans les cinq heures suivantes d'une diminution dans la proportion de l'acide carbonique expiré. La proportion d'acide carbonique exhalé à la suite du repas avec l'eau pour boisson étant estimée à 10, la proportion de l'acide carbonique exhalé à la suite du repas avec le vin pour boisson n'était plus que 8,8.

D'après M. Duchek, l'alcool aurait plus de tendance à s'oxyder que les autres principes du sang; il s'emparerait dès lors avec énergie de l'oxygène absorbé par la respiration et circulant avec le sang. M. Duchek ajoute que, pendant le temps qu'emploie l'alcool à brûler, c'est-à-dire à se transformer en acide carbonique et en eau, les autres matériaux combustibles du sang, et notamment les matières grasses, seraient temporairement épargnés: il explique ainsi l'embonpoint des buveurs de profession.

Les produits de la combustion de l'alcool sont, il est vrai, de l'acide carbonique et de l'eau, de même que les produits de combustion des autres matériaux hydrocarbonés de l'économie; dès lors, il peut paraître singulier qu'après l'ingestion d'une matière réductible en acide carbonique et en eau, les proportions d'acide carbonique exhalé diminuent. M. Duchek fait observer, à cet égard, que l'alcool est plus riche en hydrogène que le sucre et la graisse; que dès lors, quand il brûle, il fournit, pour une même quantité d'oxygène utilisé, une plus grande proportion d'eau et une moindre proportion d'acide carbonique que les autres matériaux combustibles du sang.

L'explication que donne M. Duchek n'est pas vraisemblable. MM. Lallemand, Perrin et Duroy, dans une longue série de recherches sur le rôle de l'alcool dans l'économie, ont constaté que, loin d'être très-combustible dans le sang, l'alcool a, au contraire, une grande tendance à être éliminé *en nature*, soit par la respiration à l'état de vapeurs alcooliques, soit par la sécrétion urinaire.

La diminution de l'acide carbonique dans les produits de la respiration, après l'usage des boissons alcooliques, paraît donc tenir à une autre cause. Il est probable que, pendant tout le temps que l'alcool circule avec le sang, sa présence modifie le jeu naturel des oxydations, l'entravant dans une certaine mesure sur certains principes, et favorisant l'action sur d'autres.

De leur côté, Spallanzani, Davy, Pfaff, ont trouvé un peu moins d'azote dans l'air expiré qu'il n'en existe dans l'air atmosphérique. D'autres fois, au contraire, et ce fait paraît être plus fréquent, la différence observée a été en sens contraire, c'est-à-dire qu'il y a un *léger excès* d'azote dans l'air expiré. Berthollet, Nysten, Dulong, Despretz, MM. Boussingault, Regnault et Reiset l'ont constaté dans leurs expériences.

Ces variations dans le volume d'azote inspiré ou expiré sont d'ailleurs fort minimes.

Dans la plupart des cas, ainsi que nous venons de le dire, on observe une exhalation prédominante d'azote; c'est là la règle. Dans les expériences de MM. Regnault et Reiset, qui ont porté sur des chiens, des lapins et des oiseaux, c'est-à-dire sur des animaux carnivores ou herbivores, elle n'a été en moyenne que les cinq millièmes de la quantité d'acide carbonique exhalé dans le même temps. Il n'y a pas eu, sous ce rapport, de différences sensibles entre les carnivores et les herbivores.

Pour que le poumon exhale ainsi une proportion d'azote supérieure à celle qui est contenue dans l'air inspiré, il faut nécessairement que ce gaz provienne du dedans. Il procède de quelque phénomène de décomposition ou de métamorphose organique analogue à celui d'où résulte l'acide carbonique. Cet azote provient des transformations organiques des matières azotées de nos tissus, et il peut en être considéré comme l'un des produits ultimes. Nous verrons plus tard que la plus grande partie des produits de l'oxydation des principes azotés de l'organisme sont éliminés par une autre voie (Voy. § 176 et 198).

Mais la production de cet azote libre dans l'économie dépend de conditions multiples. D'une part, il se peut faire que cette production se ralentisse, soit parce que la nature de l'alimentation varie, soit parce que le mouvement nutritif n'a pas toujours la même énergie, soit enfin parce que la nature des composés azotés qui se détruisent n'est pas la même à tous les moments. Dès lors, la proportion d'azote dissous dans le sang peut diminuer, et cette proportion peut être assez abaissée pour que, en vertu des lois de la solubilité des gaz et de leur différence de tension dans l'air et dans le sang (Voy. § 149), l'azote de l'air ait plus de tendance à entrer dans le sang que l'azote du sang à en sortir. Dès lors, l'air inspiré cédera au sang une petite proportion d'azote que le sang lui cédera de nouveau, quand l'équilibre se rétablira.

Au nombre des causes qui peuvent diminuer la production de l'azote libre dans le sang, il faut placer l'inanition. MM. Regnault et Reiset ont observé en effet d'une manière constante, et sur des animaux divers, une légère absorption d'azote par la respiration, lorsqu'ils avaient fait jeûner pendant longtemps les animaux.

Le rôle de l'azote atmosphérique dans la respiration des animaux est d'ailleurs tout à fait secondaire. Lavoisier avait déjà vu que les animaux peuvent vivre dans une atmosphère dont l'azote a été remplacé par un autre gaz non délétère, par de l'hydrogène, par exemple. MM. Regnault