ouverture destinée au passage de l'animal et fermée par un couvercle hermétiquement assujetti à l'aide d'un système de boulons. La cloche A est, en outre, enveloppée d'un manchon en verre B. Ce manchon est rempli d'eau de manière que l'air de la cloche A peut être maintenu à une température sensiblement constante pendant l'expérience. La partie supérieure de la cloche A présente une tubulure qui donne passage à plusieurs tubes. Par l'un des tubes la cloche communique avec un manomètre à mercure *m*, qui donne à chaque instant la tension du gaz intérieur. Par deux autres tubes, la cloche A communique

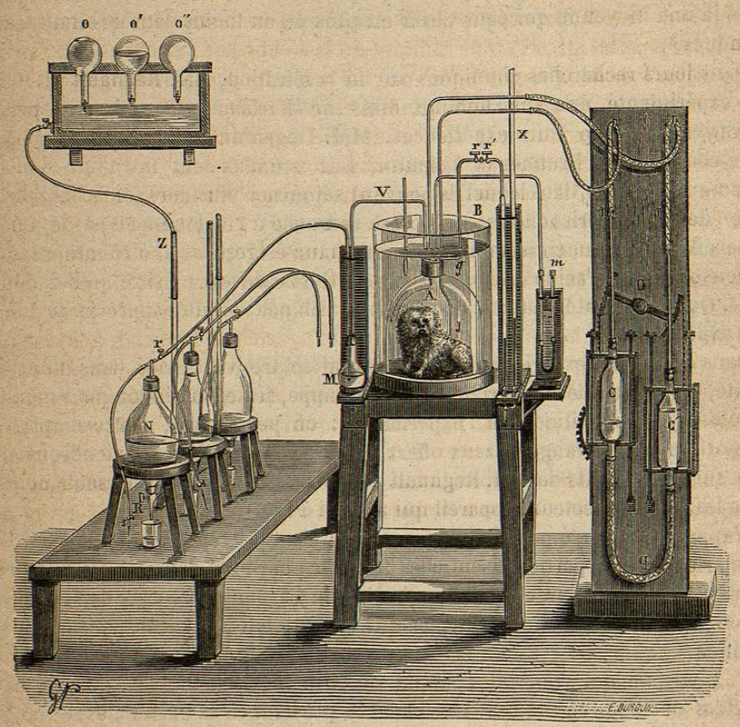

Fig. 85.

avec l'appareil condenseur d'acide carbonique. Le tube V sert à l'introduction, par le robinet *r*, de l'oxygène nécessaire au rétablissement de la composition normale de l'air dans lequel respire l'animal.

2° L'*appareil condenseur* de l'acide carbonique consiste en deux vases ou pipettes C, C', d'une capacité de 3 litres chacun. Ces deux vases contiennent chacun 1 litre et demi d'une dissolution de potasse, dont la composition et le poids sont connus, et communiquent entre eux par leurs tubulures au moyen d'un tube en caoutchouc *q*. Les tubulures supérieures des vases C et C' communiquent, par l'intermédiaire de longs tubes en caoutchouc *l*, *l'*, avec la cloche A (avec la partie supérieure de la cloche en A ; avec sa partie inférieure en J).

Les vases C et C' sont montés sur des cadres en fer, et ces cadres sont suspendus à un mouvement de va-et-vient annexé à l'appareil, et dont le centre

est en O. Ces cadres sont guidés dans leur mouvement d'élévation et d'abaissement par des tringles de glissement. Lorsque la pipette C monte, la pipette C' descend, et comme la dissolution circule librement dans le tube en caoutchouc *q*, la pipette C se vide et la pipette C' se remplit. L'effet opposé se produit alors que la pipette C descend et que la pipette C' monte. Lorsque le liquide passe dans l'une des pipettes, il refoule l'air, dont il prend la place, du côté de la cloche A, tandis que l'air est aspiré de la cloche A vers la pipette qui se vide de liquide. Le jeu des pipettes C et C' attire donc et repousse à chaque instant l'air de la cloche A, et, de plus, l'air qui retourne vers cette cloche a été débarrassé de l'acide carbonique par son contact avec la dissolution de potasse.

L'une des pipettes attire l'air du sommet de la cloche par l'un des tubes, l'autre pipette attire l'air de la région inférieure de la cloche par le prolongement *j* de l'autre tube. Ces deux prises d'air, situées à des hauteurs différentes, déterminent une agitation continuelle de l'air respiré par l'animal, et tendent ainsi à lui conserver une composition uniforme dans toute sa masse.

3° L'*appareil destiné à fournir* incessamment *l'oxygène* nécessaire à la respiration consiste en trois ballons de verre ou trois grosses pipettes N. Chacune de ces pipettes présente une tubulure supérieure et une tubulure inférieure. La tubulure supérieure est pourvue d'une monture métallique à deux branches ; l'une des branches, pourvue du robinet *r*, est destinée à conduire l'oxygène vers la cloche qui contient l'animal ; la seconde branche, pourvue du robinet *s*, est destinée à remplir d'oxygène les pipettes N (avant l'expérience). La tubulure inférieure présente également une monture métallique à deux branches. L'une des branches, pourvue du robinet R, sert à laisser écouler le liquide des pipettes quand on les remplit d'oxygène ; l'autre branche, composée d'une partie horizontale et d'une partie verticale *z*, sert à conduire dans les pipettes le liquide destiné à remplacer le gaz oxygène, quand celui-ci se dirige vers la cloche où est l'animal.

Le flacon M, placé sur le chemin de l'oxygène qui, des pipettes N, se dirige vers la cloche A, contient une petite quantité de dissolution de potasse. On juge, par le passage des bulles de gaz à travers le liquide, de la rapidité avec laquelle marche le courant, c'est-à-dire de la rapidité avec laquelle l'animal consomme l'oxygène. En effet, toute diminution de tension, déterminée dans l'appareil par la fixation de l'acide carbonique dans les pipettes potassiques C, C', est aussitôt comblée par le courant gazeux des pipettes N, vers la cloche A.

Le réservoir de liquide, placé à la partie supérieure et gauche de la figure, est destiné à fournir constamment aux pipettes N la quantité de liquide nécessaire pour maintenir la force élastique du gaz intérieur de ces pipettes égale à celle de l'atmosphère. Les ballons *o*, *o'*, *o''*, renversés dans le réservoir, ont pour but de maintenir constant le niveau du liquide dans ce réservoir [1].

4° Enfin, à côté de la cloche A se trouve disposé un manomètre X, qu'on peut mettre en communication avec la cloche A, à l'aide des robinets *r r'*. Ce manomètre, pourvu inférieurement d'un robinet, donne la possibilité de puiser, à un moment quelconque de l'expérience, un volume déterminé d'air dans la cloche A, pour le soumettre à l'analyse.

Dans leurs expériences, MM. Regnault et Reiset laissaient séjourner l'animal

[1] Le liquide du réservoir, de même que le liquide des pipettes N, est une dissolution concentrée de chlorure de sodium, qui n'exerce qu'un pouvoir dissolvant très faible sur l'oxygène.

dans l'appareil jusqu'à ce qu'il eût transformé en acide carbonique 100 ou 150 litres d'oxygène; l'expérience avait une durée de douze ou quinze heures. Quelquefois elle était prolongée pendant deux ou trois jours.

Quand on veut faire une expérience avec l'appareil que nous venons de décrire, on commence par mettre en mouvement le mécanisme [1] des pipettes C, C′ (préalablement garnies d'une quantité connue de dissolution potassique), et par remplir d'oxygène les pipettes N. On place l'animal dans la cloche, on scelle hermétiquement le couvercle qui couvre le trou par lequel on l'a introduit, puis on met en communication la pipette à oxygène N avec le flacon laveur M, et, par conséquent, avec la cloche où est l'animal. L'acide carbonique, formé par la respiration, étant continuellement absorbé par les pipettes C et C′, la tension du gaz diminue dans la cloche où est l'animal (le volume d'acide carbonique produit correspondant à un volume sensiblement égal d'oxygène) et la pipette N envoie dans la cloche un volume équivalent d'oxygène. De cette manière, l'animal se trouve dans un milieu dont la tension ne varie pas et dont la composition est sensiblement la même.

Quand la pipette N a livré tout son gaz, et qu'elle se trouve remplie par le liquide du réservoir supérieur qui a pris sa place, on la remplace par une autre. Si l'expérience dure longtemps, on peut remplir de gaz oxygène et épuiser successivement plusieurs fois chacune des trois pipettes N.

Pour terminer l'opération, on fait une prise d'air dans la cloche A, à l'aide du tube manométrique X. L'analyse de cet air donne la composition du milieu gazeux qui entoure l'animal à la fin de l'expérience. On connaissait la composition de ce milieu au début de l'opération (air atmosphérique). La quantité d'oxygène fournie à l'animal est connue par le nombre des pipettes N qui sont vidées; la quantité d'acide carbonique formée est connue par l'augmentation de poids des pipettes C et C′. La proportion d'azote contenue dans l'air, à la fin de l'expérience, est rapportée au volume de la masse gazeuse renfermée dans l'appareil.

Les recherches de MM. Regnault et Reiset, précieuses par la rigueur des analyses et par le nombre des animaux sur lesquels elles ont porté, ne sont pourtant pas à l'abri de toute objection. Les échanges qui se font par la peau sont mis sur le compte de la respiration pulmonaire. Il est vrai que, sur les animaux couverts de poils et de plumes, ces échanges sont plus limités qu'ils ne le sont chez l'homme, et qu'on peut chez eux, et sans erreur sensible, attribuer la totalité de l'acide carbonique produite aux phénomènes de la respiration [2].

Une objection plus sérieuse, c'est que les animaux se trouvent placés dans un milieu gazeux saturé de vapeur d'eau : on voit, en effet, pendant la durée des expériences, l'eau ruisseler sur les parois intérieures de la cloche. D'une autre part, malgré les précautions prises pour absorber l'acide carbonique à mesure qu'il est formé, l'air renfermé dans la cloche, à la fin des expériences, contient en moyenne 2 pour 100 d'acide carbonique. Cette moyenne, qui n'est pas suffisante pour amener l'asphyxie, n'est probablement pas sans influence sur la proportion des gaz exhalés par le poumon durant l'expérience.

[1] Ce mécanisme est mû par un mouvement de tournebroche.

[2] Chez les mammifères et les oiseaux, l'exhalation cutanée de l'acide carbonique ne s'élève qu'aux 0,008 de l'acide carbonique rendu par l'exhalation pulmonaire ; c'est du moins la moyenne des résultats de MM. Regnault et Reiset. Chez l'homme, l'exhalation cutanée d'acide carbonique est plus importante (Voy. § 156).

Pour mettre l'animal dans une situation aussi rapprochée que possible de l'état normal, il serait préférable de le placer au milieu d'un courant d'air, déterminé par un appareil aspirateur amenant sans cesse de l'air neuf et entraînant sans cesse l'air vicié. L'expérience serait plus compliquée, il est vrai, et les masses de gaz à analyser seraient considérables; mais nous dirons avec M. Gavarret : « L'établissement et l'entretien d'un courant constant d'air pur autour de l'animal ne permettraient pas peut-être d'atteindre un si haut degré de précision dans l'analyse des gaz expirés, mais satisferaient beaucoup plus sûrement aux exigences physiologiques du problème. »

L'appareil construit par M. Pettenkofer et utilisé par lui et par M. Voit 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 de l'eau de baryte pour la fixation de l'acide carbonique. A l'aide d'une pompe-manomètre, 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 distingue aucune odeur au mélange gazeux qui vient de la chambre.

Pour savoir si l'appareil est hermétiquement fermé, M. Pettenkofer l'essaye à l'aide d'un carbure d'hydrogène, dont la composition est connue et qu'il 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.

M. Reiset a publié plus tard 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. 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

[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.

36 grammes d'acide carbonique. Ces résultats ressemblent beaucoup à ceux qui ont été obtenus chez l'homme [1].

§ 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 pour 100 d'oxygène en moins que l'air inspiré; d'une autre part, il contient en moyenne 4,26 en plus d'acide carbonique [2]. Ces deux quantités (4,87 et 4,26), quoique à peu près égales, ne le sont cependant pas tout à fait. Il résulte en effet de ces deux moyennes que pour 1 litre d'acide carbonique exhalé par le poumon, il y aurait $1^{lit},14$ d'oxygène absorbé. Cette différence devient plus saillante si nous suivons la respiration pendant une longue période. En une heure, en effet, l'homme rend environ 19 litres d'acide carbonique, et, pendant le même temps, il absorbe par le poumon 22 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, lorsqu'on examine l'animal pendant une période de temps suffisante [3].

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 peut être, en partie, compensée 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.

Cet excès d'absorption d'oxygène se comprend aisément. 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 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 des matières organiques : dès lors le volume d'acide carbonique exhalé en un temps donné ne représente pas le volume total de l'oxygène absorbé.

[1] Dans des recherches analogues entreprises sur les oies et les dindons, M. Reiset 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. C'est là un fait général, sur lequel nous reviendrons (Voy. chap. CHALEUR ANIMALE).

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

[3] Le rapport proportionnel n'est pas toujours le même, c'est-à-dire que l'exhalation d'acide carbonique et l'absorption d'oxygène ne sont pas toujours parallèles pendant des temps égaux. Dans certaines conditions *transitoires* et *déterminées*, le rapport peut être renversé. Nous ne parlons ici que de la loi générale, et des longues périodes.

Parmi les conditions qui peuvent faire varier le rapport entre la quantité d'oxygène absorbé et la quantité d'acide carbonique exhalé, l'influence du *repos* et de l'*activité* tient le premier rang. Pendant la nuit (qui est le moment du repos), MM. Pettenkofer et Voit ont vu sur l'homme, la proportion d'oxygène absorbé étant, par exemple, de 67, la quantité d'acide carbonique n'être dans le même temps que de 42. Dans le jour, et surtout dans les périodes d'activité et de travail, le rapport est fréquemment renversé (Voy. § 140).

§ 139 *bis*.

D'où vient l'acide carbonique exhalé, où va l'oxygène absorbé dans la respiration. — L'acide carbonique contenu dans l'air expiré vient évidemment du dedans, c'est-à-dire du sang qui circule dans les poumons, puisque l'air que nous respirons n'en contient que des traces. L'acide carbonique est un produit d'oxydation, résultat ultime des métamorphoses organiques de nos tissus qui tous contiennent du carbone. L'expression de vie est inséparable de l'idée de transformation ou de métamorphose; et l'acide carbonique est l'un des termes du travail organique.

Ce n'est, d'ailleurs, ni dans le poumon, organe par lequel l'oxygène pénètre dans le sang, ni dans le sang lui-même qui entraîne cet oxygène absorbé dans toutes les directions, que les phénomènes d'oxydation ou de combustion s'accomplissent (ou plutôt, ils n'ont lieu dans le poumon et dans le sang que comme partout ailleurs). C'est au sein même des tissus que ce travail chimico-organique s'accomplit. C'est dans leur épaisseur que se rend l'oxygène faiblement lié au sang qui l'a absorbé; c'est au sein des tissus qu'apparaît l'acide carbonique engendré par le travail de la nutrition, c'est de là qu'il gagne les réseaux vasculaires qui limitent les îlots du parenchyme organique, remplaçant, par voie d'échange, l'oxygène qui s'échappe au travers des parois du système capillaire sanguin.

Parmi les faits qui démontrent que c'est au contact des tissus que le sang cède son oxygène et que c'est dans leur intimité que s'accomplissent les métamorphoses de la nutrition, nous rappellerons les suivants : 1° du sang tiré de l'artère d'un animal vivant, et placé dans un vase, conserve bien plus longtemps sa couleur vermeille (due à sa richesse en oxygène) que quand il traverse les capillaires d'un animal vivant; 2° des fragments de muscle *privés de sang* et placés dans l'air continuent à produire de l'acide carbonique; 3° quand un animal est au *repos*, l'oxygène contenu dans l'acide carbonique qu'il exhale représente à peine le tiers de l'oxygène qu'il absorbe dans le même temps; quand un animal *exécute un travail*, il exhale sous forme d'acide carbonique plus d'oxygène qu'il n'en absorbe dans le même temps; 4° on sait aussi, par expérience, que les muscles et les nerfs ne sont excitables que tant qu'ils renferment de l'oxygène libre, et que, par conséquent, les oxydations de nutritions corrélatives des actions nerveuses ou musculaires s'accomplissent dans les tissus eux-mêmes (Voy. pour plus de détails, § 145, § 165 et 165 *bis*, et chap. NUTRITION).

§ 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 pou-

mon environ 19 litres 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 porportions. Telles sont, entre autres : l'espèce à laquelle appartient l'animal, les différences individuelles tenant au développement des poumons, les rhythmes variés de la respiration, l'âge et le sexe des individus, la température ambiante, la qualité et la nature de l'alimentation, l'état d'inanition ou de nourriture insuffisante, l'état de repos ou d'activité, 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 en un temps donné, ou, autrement dit, aux oxydations variables des éléments de nos tissus.

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 (Voy. § 144 *bis*). 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 est aussi en rapport avec 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.

M. A. Sanson, en comparant les chevaux et les bœufs sous le rapport de la proportion d'acide carbonique qu'ils exhalent en un temps donné, pour un même poids du corps (pour 1 kilogr. de poids du corps), a trouvé que les premiers l'emportaient sur les seconds ; et il fait remarquer que les chevaux l'emportent sur les bœufs sous le rapport de la *capacité* pulmonaire.

Le *rhythme* de la respiration, c'est-à-dire sa vitesse ou sa lenteur, a, sur 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 porportion 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. Leur rapport reste toujours sensiblement 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 l'organisme 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 brûlé. Mais 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