

cette différence pourra, en règle générale, être attribuée à un état pathologique.

Cependant, M. Gerhard soutient que le bruit respiratoire est un peu plus intense à droite, et M. Louis pense que cette intensité porte principalement sur le bruit de l'expiration. Le bruit respiratoire est plus marqué chez les enfants et chez les sujets maigres.

M. Beau (*Archiv. gén. de méd.*, juin 1840), regarde le ralentissement du bruit qui se produit à la glotte, lors du passage de l'air à travers cet orifice, comme l'unique cause des bruits trachéal, bronchique et vésiculaire. MM. Barth et Roger admettent volontiers que la glotte est le principal foyer de production du bruit qui va retentir dans la poitrine, mais ils veulent aussi reconnaître que le passage de l'air dans les bronches et les canalicules pulmonaires peut avoir une part dans la formation du murmure respiratoire. Ils basent leur opinion sur des expériences. Au fait si démonstratif signalé par M. Beau, à savoir que la suspension artificielle du bruit glottique suspend le murmure pulmonaire, MM. Barth et Roger répondent qu'on ne peut en conclure que ce dernier soit exclusivement l'effet du premier, et en tirer cette conséquence que, dans les respirations ordinaires, la pénétration de l'air dans les poumons ne détermine aucun bruit.

MM. Barth et Roger pensent que la suspension du bruit inférieur s'explique par la même cause qui suspend le supérieur : « Si, en effet, disent-ils, on respire assez faiblement pour qu'il ne se fasse aucun bruit à la glotte dont l'étroitesse est une condition si favorable aux vibrations sonores, n'est-il pas naturel qu'aucun murmure ne se produise dans les bronches et dans les cellules aériennes? » Nous ferons une simple réflexion à propos de cette objection. Nous ne pensons pas que les bronches ni la trachée puissent se dilater par la volonté, et puis nous n'admettons de bruit que là où il y a frottement ; or, dans les bronches le frottement est impossible. Ne sait-on pas que le diamètre des tuyaux bronchiques réunis l'emporte de beaucoup sur celui de la trachée. L'air arrive donc dans des espaces de plus en plus larges, il n'y a pas frottement, il n'y a pas de bruit.

MM. Barth et Roger disent encore, contre M. Beau, que le rapport entre les bruits inférieurs et supérieurs n'est ni constant ni forcé : ces auteurs prétendent qu'on peut produire beaucoup de bruit dans le poumon et très peu à la glotte et *vice versa*. Les preuves sur lesquelles ils s'appuyent sont toutes tirées de la pathologie.

Si Skoda a remarqué que le bruit respiratoire est beaucoup plus distinct et plus fort chez les enfants que chez les adultes, bien qu'il

n'y ait aucune différence dans l'intensité du bruit laryngé, s'il a remarqué aussi chez l'adulte que le bruit respiratoire du thorax peut augmenter d'intensité par diverses causes, éгалer même le bruit respiratoire des enfants, alors que le bruit du larynx ne présente aucune modification, nous ne voyons rien là qui renverse la théorie de M. Beau.

Bruit des bronches, souffle bronchique. — On nomme souffle bronchique le bruit que les bronches transmettent à l'oreille appliquée sur la poitrine. Dans l'état de santé, ce bruit n'est guère perçu que vers la racine des poumons ou bien dans le côté droit, parce que le décubitus sur ce côté rendrait le son plus perceptible à cause de la densité un peu plus grande du poumon de ce côté.

Il existe aussi un *souffle trachéal* normal, de même qu'un *souffle glottique* ou *laryngé*. Ces souffles sont très faciles à constater, même à distance, mais surtout en appliquant l'oreille ou le stéthoscope sur le cou, soit au niveau de la trachée, soit au niveau du larynx. Sur ce dernier organe on entend un bruit qui ressemble à l'espèce de souffle que déterminerait l'entrée de l'air dans une cavité plus large. Ce bruit est rude et caverneux. Les bruits qui se produisent par le passage de l'air au niveau du pharynx, du voile du palais, des narines et de la bouche quelquefois seront examinés plus tard.

Nous croyons, avec notre savant maître, M. Beau, que le souffle bronchique, comme le souffle trachéal, n'est que le retentissement du souffle glottique.

Nombre de respirations suivant les espèces animales. — Le nombre des mouvements respiratoires en un temps donné est loin d'être le même dans les diverses espèces animales. D'après Burdach, la grenouille respire 3 à 5 fois plus souvent que l'homme. Les gros oiseaux, comme nous l'avons dit plus haut, respirent de 20 à 30 fois par minute : les petits de 30 à 50. La baleine respire 5 fois par minute, le cheval et le bœuf de 8 à 12, le chien et le chat de 22 à 25, d'après Burdach, et seulement de 18 à 20 d'après nos observations sur des chiens adultes. Le lapin adulte respire 60 à 70 fois par minute.

On ne peut guère poser de règle générale sous le rapport de la fréquence des mouvements respiratoires, surtout chez les animaux à température variable, dont le nombre des mouvements inspiratoires change avec l'état de l'atmosphère. Cependant on pourrait établir cette loi : que pour une même classe d'animaux, les mouvements respiratoires sont plus fréquents dans les petites espèces que dans les grandes ; mais il y a exception dans la chèvre et la brebis qui, dit-on, ne respirent guère que 10 fois par minute.

SECTION III.

De l'hématose, ou phénomènes chimiques de la respiration.

Définition. — On doit entendre, par *phénomènes chimiques* de la respiration ou *hématose*, les altérations ou les changements chimiques qu'éprouvent l'air et le sang que la respiration met en contact médiat.

Le mécanisme si compliqué que nous venons de décrire n'a d'autre but que celui de favoriser l'accès de l'air jusque dans les canalicules pulmonaires où vont se passer ces phénomènes qui constituent la partie la plus importante et vraiment essentielle de la respiration.

Pour bien faire comprendre comment ces deux fluides, l'air et le sang, peuvent entrer en conflit, il nous suffit, comme physiologistes, de connaître les faits suivants. On dit généralement que les bronches se divisent et se subdivisent indéfiniment, et forment par leur terminaison des *cellules* ou *vésicules* qui constituent le parenchyme pulmonaire : mais il importe de savoir qu'après un certain nombre de subdivisions, les bronches, arrivées à n'avoir plus qu'un demi-millimètre de diamètre environ, cessant d'avoir des portions d'anneaux cartilagineux, cessent aussi d'avoir une muqueuse séparable de la paroi bronchique proprement dite ; elles cessent, en outre, d'avoir un épithélium cylindrique à cils vibratiles ; elles perdent, en un mot, les caractères des bronches. Les canalicules pulmonaires ou *respirateurs* qui leur font suite, appelés à tort, par conséquent, *dernières ramifications bronchiques*, continuent à se subdiviser, et se terminent en culs-de-sac arrondis ou ovoïdes, non renflés ou à peine renflés (dits improprement *cellules bronchiques* ou *pulmonaires*), qui sont, à l'époque de la naissance, 5 à 8 centièmes de millimètre de large environ. Ces conduits n'ont point la structure des bronches, mais une structure propre qui caractérise le parenchyme pulmonaire. Ils sont limités par des faisceaux rapprochés et anastomosés de fibres élastiques, anastomosées elles-mêmes et mélangées de fibres du tissu cellulaire, d'éléments fibro-plastiques et de vaisseaux. Ces derniers forment, à la face interne des conduits (qui présente de légers plis saillants en dedans), un réseau différent de celui des bronches. Ce réseau est à capillaires assez larges, se touchant ou à peu près, de manière à laisser des intervalles libres ou mailles presque nulles ou plus étroites que le diamètre du capillaire. Il rampe sur le tissu même

de la paroi des conduits pulmonaires, sans qu'il y ait de muqueuse séparable du parenchyme élastique ; il n'est séparé de la cavité des conduits que par une couche d'épithélium pavimenteux à gros noyaux, qui commence où cesse l'épithélium cylindrique des bronches. Ainsi, les conduits pulmonaires où s'accomplit l'hématose ont une structure différente de celle des bronches qui portent l'air nécessaire à la respiration, sans qu'il soit possible de distinguer une muqueuse séparable distincte du parenchyme élastique et du tissu cellulaire, dans laquelle ou à la surface de laquelle serait distribué ce réseau, tel qu'on le voit sur les bronches encore pourvues de cartilage, lesquelles ont une muqueuse susceptible d'être disséquée et qui disparaît peu à peu en s'amincissant. On s'explique ainsi facilement l'absorption si prompte dans le poumon et plus difficile dans les autres organes revêtus d'une muqueuse.

Nous allons étudier séparément les changements survenus dans l'air qui a été respiré et ceux qui sont survenus dans le sang après une respiration.

§ I. — Des changements survenus dans l'air qui a été inspiré.

Pour connaître ces changements d'une manière précise, il faut d'abord avoir des notions exactes sur la composition de l'air avant qu'il pénètre dans les voies aériennes, et savoir ensuite quelle quantité chaque inspiration en introduit dans la cavité thoracique.

1° *De l'air atmosphérique.* — Nous ne décrirons pas ici les propriétés de l'air ; mais nous devons rappeler que la masse gazeuse qui, sous le nom d'*atmosphère*, enveloppe le globe d'une couche qui n'a pas moins de quinze lieues d'épaisseur, constitue le *milieu* dans lequel la respiration trouve les matériaux nécessaires à l'hématose.

L'air est un mélange de gaz et de vapeurs, mais point une combinaison. Ces gaz sont :

	En volume.	En poids.
Oxygène	20,95	25,15
Azote	79,07	76,87
Acide carbonique	»	4 à 6 dix millièmes.
Vapeur d'eau en moyenne	»	5 à 7 grammes par m. cube.

On y a signalé encore des traces d'hydrogène beaucoup moindres encore que la quantité d'acide carbonique, des traces d'azotate d'ammoniaque ou autres sels ammoniacaux plus petites encore. L'*ozone*, dont on a parlé beaucoup dans ces derniers temps, comme d'un corps simple ou composé spécial et nouveau, n'est que de l'oxygène, mais à un état particulier de dimorphisme, qu'il acquiert lorsqu'il est à l'état d'électrisation positive. L'iode qu'on a cru

y trouver n'y existe pas ; il en est de même des prétendus germes de plantes et d'animaux microscopiques ; ils ne se trouvent que dans certaines poussières.

Les deux gaz qui composent l'atmosphère semblent être à l'état de simple mélange, et ce mélange ne paraît pas se modifier beaucoup quant à ses proportions, en quelque endroit qu'on le considère dans la couche atmosphérique ; cependant des recherches récentes ont prouvé que la quantité d'oxygène peut varier de 1 centième. D'un autre côté, les expériences de MM. Dumas et Bous-singault ont prouvé que grâce à la végétation, l'air ne peut pas être souillé par la perspiration incessante de tous les êtres qui couvrent la surface de la terre.

Mesure de la capacité thoracique. — Capacité vitale. — Dans ces dernières années on a beaucoup étudié cette question, dans le but d'en faire des applications à la pathologie. Les travaux de Herbst, de Hutchinson, de Wintrich, de Schneevogt, de Hecht, ont été analysés avec une critique très savante par M. Lasèque (1).

Hutchinson a cherché à mesurer la quantité d'air qui pénètre dans le poumon au moyen d'un instrument appelé *spiromètre*, mot mal fait auquel MM. Littré et Ch. Robin ont substitué celui de *pneumètre* (πνεύσις, je respire, et μέτρον, mesure), ainsi que le mot de *pneumétrie* à celui de *spirométrie*. Pour apporter une régularité indispensable, il fallait choisir un type, et Hutchinson l'a pris dans la succession de deux temps, dont l'un représente l'inspiration volontaire la plus profonde, et l'autre, l'expiration volontaire la plus complète possible ; on a ainsi le volume d'air déplacé par des mouvements exécutés sous l'influence exclusive de la vie, une sorte de volume vivant ; de là l'expression de *capacité vitale* choisie par Hutchinson pour désigner la capacité thoracique.

Le spiromètre ne sert donc pas à mesurer la capacité totale de la poitrine, mais seulement la quantité d'air inspiré et expiré, sans tenir compte du résidu qui n'est pas expulsé, même dans le mouvement expiratoire le plus intense.

Déjà on avait bien cherché à déterminer rigoureusement le plus ou moins de capacité pulmonaire ; dans ce but on avait mesuré l'étendue des mouvements du thorax ; mais c'était là un indice trompeur, et Hutchinson a eu raison de ne mesurer que le volume de l'air, c'est pour cela qu'il a inventé le spiromètre.

Cet appareil consiste dans un gazomètre muni d'une échelle fixe et d'un indicateur mobile qui suit les mouvements du récipient d'air et les indique sur l'échelle graduée ; le récipient à air plonge

(1) *Archiv. gén. de méd.*, avril 1856.

dans un réservoir rempli d'eau, il est en communication avec la poitrine du sujet en expérience, à l'aide d'un tube de caoutchouc, terminé par un embout de verre. M. Boudin a inventé un spiromètre plus portatif, mais peut-être moins parfait.

L'individu soumis à l'examen avec cet instrument doit être debout et libre de toute entrave ; il respire la plus grande somme d'air qu'il puisse appeler dans la poitrine et fait l'expiration la plus complète, après avoir introduit le tube entre les lèvres. L'expérience est répétée trois fois, et chaque fois le chiffre est noté.

L'expérimentation a prouvé que la capacité totale du thorax est constante et qu'elle n'est profondément influencée ni par l'exercice, ni par l'habitude, ni par toute autre cause. On a cherché à déterminer quel est le chiffre normal qui la représente. Il est certain d'avance que le volume d'air expiré par le même individu n'est pas égal à toutes les périodes de développement. La taille de l'individu est une des conditions qui font le plus varier cette capacité. Les expériences faites par Hutchinson, Schneevogt, Hecht, le démontrent. C'est ainsi que la capacité vitale croît de 4 décilitre par 2 centimètres d'augmentation dans la taille.

Le poids du corps est un guide beaucoup plus infidèle que la taille ; en effet, le poids du corps ne répond pas à des volumes d'air si régulièrement croissants, et ensuite, chez le même individu, il est sujet à des variations de volume trop grandes, trop fréquentes.

La circonférence de la poitrine, chose remarquable, est sans aucune proportion avec le volume d'air expiré.

La vigueur des poumons n'est pas plus subordonnée à leurs dimensions que celle des autres organes splanchniques à leur volume.

L'âge est une des modifications les moins puissantes : Hutchinson d'abord, plus tard Wintrich, sont arrivés seulement, malgré le nombre énorme des expériences, à conclure que la période de vingt à quarante ans est celle où la capacité vitale est la plus grande.

Quant au sexe, Schneevogt et Wintrich admettent que chez la femme la capacité respiratoire est moindre que chez l'homme.

Aussi, l'on peut avancer qu'un homme de la taille de 1^m,50 doit avoir une capacité vitale d'environ 2,35 centimètres cubes, et qu'une femme à stature égale a une capacité de 2,00 centimètres cubes seulement.

Voici quelques résultats obtenus par le spiromètre :

Age.	Taille. m.	Volumes d'air en décimètres cubes.
15	1,48	250
20	1,57	265
25	1,65	550
35	1,69	590

MM. Bonnet et Pomiès de Lyon, viennent d'appliquer le compteur à gaz dans des recherches qui ont pleinement confirmé celles de Hutchinson. C'est ainsi que M. Bonnet a vu que la capacité pulmonaire variait avec l'âge et la taille. D'après ces observations on peut dire que de vingt à trente-cinq ans, le maximum de la capacité pulmonaire est, pour une petite taille, de 3 litres, pour une taille moyenne, de 3 litres et demi, pour une grande taille, de 4 litres. Si le sujet dépasse trente-cinq ans, il faut retrancher du chiffre obtenu d'après les considérations de la taille, autant de fois 33 millimètres que le nombre de ses années s'élève au-dessus de trente-cinq ans.

De la quantité d'air introduite dans les bronches à chaque inspiration. — Nous venons de voir la capacité vitale, c'est-à-dire ce que peut contenir le poumon dans sa distension la plus grande; voyons maintenant ce qui a lieu dans chaque inspiration. Or, sous ce rapport, il existe de grandes variations.

D'après Herbst, la quantité d'air inspiré et expiré ou en mouvement pendant la respiration calme et naturelle est de 396^{cc},727 à 496^{cc},109 chez les adultes sains, de taille ordinaire, tandis que chez ceux de petite taille, elle est de 319^{cc},382 à 357^{cc},053.

On peut, à l'aide de ces chiffres, calculer la quantité d'air qui est introduite chaque jour dans les poumons, en comptant sur seize à dix-huit inspirations par minute. Dans les plus grandes inspirations sur des individus de taille ordinaire et vigoureux, la poitrine étant libre, la quantité peut être portée à 3887^{cc},929, elle est de un quart ou un tiers en moins chez les hommes faibles.

Dans l'expiration forcée, il y a une quantité de gaz rejetée qui répond à la précédente à quelques centimètres cubes près en moins.

Les vêtements serrés diminuent, du quart au tiers environ, la quantité d'air en mouvement.

Le jeune âge, la petitesse de la taille comme on le voit chez les femmes par exemple, l'état d'obésité, les affections du poumon, donnent des chiffres moindres que les précédents pour la capacité pulmonaire, les conditions d'expériences restant les mêmes.

Nous connaissons maintenant la qualité et la quantité de l'air qui entre dans la poitrine; si l'on examine ce même air quand il sort des voies aériennes, on le trouve modifié :

- 1° Dans son volume;
- 2° Dans sa température;
- 3° Dans sa quantité d'oxygène;
- 4° Dans sa quantité d'acide carbonique;
- 5° Dans sa quantité d'azote;
- 6° Dans sa quantité de vapeur aqueuse;

7° Il y a de plus une matière animale et d'autres principes accidentels.

De la modification de l'air dans son volume.

Il est aujourd'hui parfaitement établi que le volume de l'air expiré est moindre que celui de l'air inspiré. Les expériences de Mayow, de Hales, de Robert Boyle, ont démontré qu'il y avait un déficit dans l'air expiré, qui pouvait être évalué à 0,063.

On peut examiner cette perte dans deux conditions différentes : pour une seule respiration, ou bien sur un certain nombre de respirations pendant un certain temps. Dans le premier cas, on ne peut arriver qu'à une appréciation insuffisante, parce que, comme nous venons de le voir, les deux mouvements respiratoires peuvent être plus ou moins amples; aussi le résultat des expériences conçues d'après cette idée est extrêmement variable. Ainsi Davy, après une petite inspiration de 456^{cc},228 d'air, ne fait perdre à l'air que 5^{cc},95; puis, après une inspiration de 1983^{cc},6, le déficit dans l'air expiré s'élève à 25^{cc},786; enfin, après une inspiration de 2796^{cc},876, il fit perdre à l'air que la poitrine avait reçu 39^{cc},672 : cela constituerait une perte d'environ 1/70^e environ de l'air inspiré.

D'après le second mode, comme l'a fait M. Despretz (1), on constate une perte très sensible. Six jeunes lapins ayant respiré pendant deux heures dans 49 litres d'air, il y eut 4 litre de diminution. La perte peut être portée jusqu'à 1/24^e, quand l'animal respire le même air, jusqu'à ce que son altération ne permette plus de le respirer davantage. Telle est au moins la moyenne des expériences de Lavoisier, Davy, Goodwin, Allen, Pepys et Pfaff.

De la modification de l'air dans sa température.

En traversant successivement la bouche ou les cavités nasales, le pharynx, le larynx, la trachée-artère et les bronches, l'air inspiré prend une température analogue à celle du corps; dans la plupart des cas, il s'échauffe et par conséquent se raréfie, de sorte que la même quantité d'air en poids occupe dans le poumon un espace beaucoup plus considérable que celui qu'elle occupait avant d'être introduite dans ce viscère. On comprend dès lors qu'à sa sortie du poumon, l'air possède une température voisine de celle du corps, variable comme celle de ce dernier; c'est ce qui explique pourquoi chez les moribonds l'haleine devient froide et ne se trouve plus modifiée dans sa température.

(1) *Annales de physique et de chimie*, t. XXVI, p. 557.

De la modification de l'air dans sa quantité d'oxygène. —
Diminution de l'oxygène.

Ce phénomène de la diminution de l'oxygène dans la respiration forme le trait le plus saillant de cette fonction. Découvert par Priestley et Schèele, il a été admis par tout le monde. Les expériences de Spallanzani ont prouvé que c'est un fait dont l'universalité est constatée dans toute l'échelle animale.

Nous allons étudier d'abord à combien la perte d'oxygène peut être évaluée dans une respiration, et nous verrons ensuite combien d'oxygène est absorbé en un temps donné :

1° D'après Davy et Gay-Lussac, l'air inspiré contenant 21 parties d'oxygène, n'en contiendrait plus que 19 ou 18 parties en sortant du poumon, ou, en d'autres termes, il y aurait un cinquième environ d'oxygène absorbé. C'était d'ailleurs le chiffre déjà donné par Menzies, qui évaluait la déperdition d'oxygène au quart. Dulong fait observer, avec raison, que cette déperdition doit être variable suivant les diverses circonstances dans lesquelles se trouve placé le même individu.

Quant à la quantité absolue d'oxygène enlevée dans une respiration, elle varie suivant la quantité d'air qui a été inspirée. Davy, après une inspiration de 614^{cc},916 d'air, trouva 23^{cc},803 d'oxygène de moins dans l'air expiré. Après une inspiration de 4983^{cc},6, 450^{cc},753 d'oxygène avaient disparu. Après une inspiration de 2796^{cc},875, la perte d'oxygène s'élevait à 498^{cc},36.

2° Quant à la quantité d'oxygène absorbée dans des temps égaux, on l'a calculée pour une inspiration moyenne, par minute, par vingt-quatre heures, pour un siècle.

Pour une inspiration moyenne l'absorption est de 49^{cc},572 (Abernethy), 24^{cc},80 (Allen et Pepys), 29^{cc},50 (Dalton).

Par minute, elle est de 297^{cc},440 (Nysten), 535^{cc},572 (Allen et Pepys), 555^{cc},408 (Lavoisier), 595^{cc},080 (Dalton), 604^{cc},916.

Par vingt-quatre heures, elle est de 745 décimètres cubes (Lavoisier et Davy). Si l'on calcule en poids, ce serait de 4 kilogramme (B. Prévost).

MM. Dumas et Boussingault ont calculé cette absorption pendant un siècle. En supposant, disent-ils, que chaque homme consomme 1 kilogramme d'oxygène par jour, qu'il y ait mille millions d'hommes sur la terre, et que, par le fait de la respiration des animaux, ou par la putréfaction des matières organiques, cette consommation attribuée aux hommes soit quadruplée; supposons, de plus, que l'oxygène dégagé par les plantes vienne compenser

RESPIRATION. — DIMINUTION DE L'OXYGÈNE DE L'AIR. 225

seulement l'effet des causes d'absorption d'oxygène oubliées dans cette estimation, ce sera mettre bien haut, à coup sûr, les chances d'altération de l'air.

Eh bien ! dans cette hypothèse exagérée, au bout d'un siècle, tout le genre humain, et trois fois son équivalent, n'auront absorbé qu'une quantité égale au poids de 15 ou 16 cubes de cuivre de 4 kilomètre de côté, tandis que l'air en renferme près de 454,000.

On a inventé un moyen fort simple de rapporter à une mesure commune les expériences faites sur une foule d'animaux qui diffèrent pourtant considérablement entre eux, quant à leur poids absolu.

Ce moyen consiste à calculer, pour un temps donné, la quantité d'oxygène absorbée en raison de 1 kilogramme de l'animal. D'après MM. Regnault et Reiset, dans sept expériences faites sur le même chien, la moyenne d'oxygène consommée a été en poids 1^{sr},483, *maximum* 1,393, *minimum* 1,016. On voit déjà que, pour le même animal, il y a des différences assez considérables pour des temps égaux et semblables.

Appliquons ces données à la respiration de l'homme. Supposons un adulte du poids de 75 kilogrammes; nous aurons pour une heure une consommation de 88^{sr},725, ce qui donne pour vingt-quatre heures 2 kilogrammes 429^{sr},400.

Il convient néanmoins de réduire ce chiffre; car il faut remarquer que si certains animaux, comme le chien, prennent plus d'un gramme pour 1 kilogramme de l'animal en une heure, d'autres, comme les lapins, restent un peu au-dessous de 1 gramme. Il faut donc prendre pour l'homme le chiffre de 1 gramme par heure pour 1 kilogramme de l'individu. Cela donne alors 75 grammes par heure, et 1 kilogramme 800 grammes, ou un peu plus de 3 livres $\frac{3}{4}$ par vingt-quatre heures.

Si maintenant nous examinons ce qui arrive dans les animaux, nous trouvons dans le Mémoire de MM. Regnault et Reiset les résultats suivants :

La moyenne de six expériences faites sur des *lapins* a été de 0,948.

Les *poules* absorbent moins que les carnivores, un peu plus que les lapins.

Pour les *canards*, elle est de 4^{sr},527 par heure pour 1 kilogramme de l'animal.

Les *petits oiseaux* consomment proportionnellement plus de dix fois autant d'oxygène que les *gros*, savoir : de 9 à 13 grammes d'oxygène par heure pour 1 kilogramme de l'animal.

Les *reptiles* absorbent beaucoup moins d'oxygène que les ani-

maux à sang chaud. Le *maximum* d'oxygène enlevé par les grenouilles a été de 0^{sr},103, et le *minimum* de 0^{sr},063. Le chiffre est à peu près le même pour la respiration des salamandres et des lézards engourdis; mais ceux-ci, étant éveillés, consomment deux ou trois fois plus d'oxygène que les grenouilles.

Les *insectes* sont loin de ressembler aux reptiles à cet égard. La respiration des hannetons, par exemple, consomme à peu près autant d'oxygène, à poids égaux, que celle des lapins, des chiens et des poules. Il en est de même des vers à soie; mais leurs chrysalides n'en absorbent pas tout à fait autant que l'animal auquel elles succèdent.

La respiration des *vers de terre* ne diffère guère de celle des grenouilles.

L'état d'*inanition* diminue la quantité d'oxygène absorbé. Un lapin, nourri de carottes, avait absorbé par heure 3^{sr},124; le même à l'inanition, n'absorbait plus que 2^{sr},518. Un chien, qui consomme par heure 6^{sr},592 d'oxygène quand il était nourri au pain, n'en consommait plus que 5^{sr},054 quand il fut à l'inanition. Il s'agit ici de la consommation absolue et non de la consommation calculée pour 1 kilogramme de l'animal.

L'état de torpeur hibernale a une influence fort remarquable. Une marmotte qui, éveillée, avait absorbé 1^{sr},190 d'oxygène, n'absorba plus, dans l'état de torpeur, que 0^{sr},040.

L'absorption d'oxygène est plus grande chez les animaux maigres, mais bien portants, que chez les animaux très gras.

Enfin, un animal respirant dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène absorbe plus du premier de ces gaz que dans le mélange d'oxygène et d'azote; mais ce résultat ne s'obtient pas lorsque l'animal respire dans une atmosphère riche en oxygène, l'autre gaz étant de l'azote. Dans ce cas, il ne prend pas plus d'oxygène que dans l'air atmosphérique. Sur ce point, les expériences de M. M. Regnault et Reiset ne concordent point avec celles d'Allen et Pepys, qui ont vu un homme absorber jusqu'à 84 pouces cubes d'oxygène par minute dans une atmosphère où ce gaz était en excès. Ces derniers ont obtenu le même résultat pour la respiration des pigeons et des chiens placés dans les mêmes circonstances. Mais les expériences de Lavoisier et de Seguin, comme celles de M. Regnault et Reiset, prouvent qu'ils se sont trompés.

De la modification de l'air dans sa quantité d'acide carbonique.

— *Acide carbonique expulsé par l'expiration.*

Si Spallanzani a prouvé par ses expériences que l'absorption de

l'oxygène est une propriété de toute matière organisée et même des substances organiques, comme la fibrine et autres principes voisins, il a prouvé aussi que *rejeter de l'acide carbonique est une autre propriété de toute matière organisée*, qu'elle manifeste même dans le vide. L'exhalation de l'acide carbonique est donc un fait aussi universel que celui de l'absorption de l'oxygène.

Nous allons rechercher: 1° quelle est la proportion d'acide carbonique exhalée dans chaque expiration; 2° quelle quantité absolue est produite dans des temps successifs et égaux; 3° quelles sont les circonstances physiologiques qui activent ordinairement cette excretion; 4° enfin, dans quel rapport marchent l'absorption d'oxygène et le dégagement d'acide carbonique.

1° *Proportion d'acide carbonique exhalée dans chaque expiration.*

— Sur 100 parties d'air en volume, il y a, après chaque expiration, de 3 à 5 parties d'acide carbonique (Abernethy, Davy, Proust, Dumas, Davy et Gay-Lussac, Coutanceau, Dulong, Despretz, Legallois, Apjohn, Bostock).

Cette proportion est variable, suivant beaucoup de circonstances. Ainsi, Coathupe a trouvé 4 pour 100 d'acide carbonique dans l'air rejeté par l'adulte; les extrêmes sont 1,90 et 7,98 pour 100. Il a vu, comme Proust, que cette quantité varie suivant les heures du jour. M. le professeur Bérard a fait remarquer depuis longtemps dans ses cours que si la respiration était lente, et que si l'expiration était quelque peu différée, l'air devait sortir plus altéré du poumon, et par conséquent plus chargé d'acide carbonique. Les expériences de Vierordt, publiées en 1845, ont confirmé cette vue.

Lorsque, dit ce dernier, la respiration est fréquente, la quantité d'acide carbonique expulsée à chaque expiration est beaucoup moins abondante que dans une expiration lente; mais la quantité d'acide carbonique produite pendant un temps donné, par des respirations fréquentes, est plus forte que celle qui est rejetée par des expirations lentes.

A chaque expiration, quelle que soit sa durée, correspond une valeur constante d'acide carbonique de 2,5 pour 100, à laquelle s'ajoute encore une nouvelle quantité d'acide carbonique exactement proportionnelle à la durée de la respiration. Des expériences récentes faites par le docteur Horn confirment entièrement cette opinion.

2° *Quantité d'acide carbonique produite dans des temps successifs et égaux.* — D'après Lavoisier et Seguin, ce serait 296157 centimètres cubes par jour; M. M. Andral et Gavarret sont arrivés à peu près au même résultat que Lavoisier et Seguin, et pour eux, un