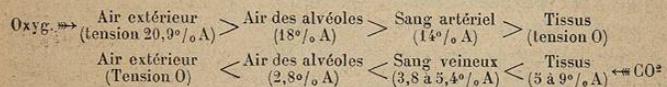


dans les sécrétions ; d'où l'on conclut que la tension de l'oxygène dans les tissus doit être nulle ou du moins très faible, et que l'oxygène du sang doit par conséquent être attiré vers les tissus. Mais on retire par contre de grandes quantités de CO_2 de la lymphe et des produits de sécrétions ; la tension de ce gaz dans la lymphe peut atteindre 5 p. 100 et dans l'urine 9 p. 100 d'une atmosphère : il est donc vraisemblable que dans les tissus la tension de CO_2 est relativement élevée et doit suffire à faire passer ce gaz dans le sang.

Il est facile de comprendre maintenant que, d'une façon générale, la circulation des gaz de l'air atmosphérique vers les tissus et des tissus vers l'air atmosphérique est le résultat des différences de tension de ces gaz, et nous pouvons les synthétiser de la sorte :



L'oxygène qui est absorbé par les tissus ne paraît pas servir immédiatement à la combustion ; il semble qu'il doive d'abord être emmagasiné et mis en réserve dans les tissus avant d'être consommé. Il y a en effet une certaine indépendance entre les quantités d'oxygène consommé et d'acide carbonique produit ; et la quantité d'acide carbonique exhalée n'est pas forcément accrue par l'augmentation d'absorption d'oxygène. De plus, lorsqu'on prive les tissus d'oxygène, ils n'en continuent pas moins à brûler leur carbone ; il se passe à ce point de vue pour l'animal entier le même phénomène que nous avons signalé pour les tissus séparés du corps ; une grenouille, placée dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote, continue à vivre quelques heures et à exhaler de l'acide carbonique ; on ne saurait comprendre ce fait qu'en admettant que les tissus renferment des réserves d'oxygène.

Les animaux à sang froid et les mammifères en hibernation ne consomment que lentement cette réserve d'oxygène ; c'est ce qui explique la durée de leur survie lorsqu'on les prive d'air ;

mais dans les mêmes conditions les animaux à sang chaud ne tardent pas à périr par asphyxie, parce que leurs tissus ont une vitalité plus grande et épuisent rapidement la réserve d'oxygène.

Comment expliquer maintenant les phénomènes de combustion à la température du corps lorsque, en dehors de l'organisme, les mêmes oxydations ne peuvent être produites qu'à des températures très élevées ? Les physiologistes se sont trouvés très embarrassés en face de ce problème. Les uns ont fait valoir que l'oxydation des matières albuminoïdes peut avoir lieu à de basses températures, dans un milieu alcalin ; d'autres ont supposé que l'oxygène se trouve dans les tissus à l'état d'ozone dont le pouvoir oxydant est beaucoup plus énergique que l'oxygène ordinaire. Mais aujourd'hui tout le monde s'accorde pour rejeter la théorie de la combustion directe. On ne peut plus comparer actuellement l'oxydation des éléments de nos tissus à celle qui se passe par exemple dans la combustion d'un morceau de bois jeté au feu. S'il s'agissait d'une simple oxydation, il serait incompréhensible que des substances aussi avides d'oxygène que l'acide pyrogallique, le phosphore, puissent traverser l'organisme et reparaitre intactes dans l'urine sans avoir été oxydées. Les phénomènes de combustion dans l'organisme sont plus complexes, et il faut bien remarquer que l'acide carbonique et l'eau ne représentent que les produits ultimes de l'oxydation intraorganique, et qu'ils sont précédés le plus souvent, par exemple dans la combustion de l'albumine, par la formation de toute une série de corps intermédiaires. On doit assimiler les phénomènes d'oxydation qui se passent dans les tissus aux processus des fermentations. Ce n'est pas, dit CL. BERNARD, à une machine à feu, comme on le fait depuis LAVOISIER, qu'il convient de comparer un être vivant, mais bien plutôt à la cuve en ébullition du brasseur. JACQUET, ayant étudié récemment à la suite de SCHMIEDEBERG, l'oxydation de l'alcool benzylique et de l'aldéhyde salicylique par les tissus, a démontré que la formation d'acide benzoïque et d'acide salicylique n'est pas liée à la vie ou à l'intégrité des éléments anatomiques ; car l'extrait aqueux des tissus, même après coagula-

tion par l'alcool, possède aussi le pouvoir oxydant ; par contre, les phénomènes d'oxydation sont abolis par la température de l'ébullition. Ces faits ont une haute portée ; ils montrent que les oxydations intra-organiques dépendent de l'action de certains produits qui se comportent comme des ferments solubles et sont fabriqués par les tissus vivants. Dans ces derniers temps ces substances organiques oxydantes ont été l'objet de nombreuses recherches de la part de BERTRAND, ABELOUS et BIARNÈS, etc., et désignées sous le nom d'*oxydases*.

§ 3. — VARIATIONS DANS L'ACTIVITÉ DES ÉCHANGES GAZEUX

La quantité d'oxygène consommée et de CO² produite par un animal est essentiellement variable suivant une foule de circonstances ; on peut distinguer les causes de ces variations en causes physiques, physiologiques et pathologiques.

1° Causes physiques. Les différences de température du milieu ambiant sont les plus importantes de ces causes ; l'action de la lumière est aussi à considérer.

a. *Influence de la température.* — Chez les animaux à température invariable, le froid active les échanges gazeux, et en hiver par conséquent la consommation d'oxygène et l'exhalation de CO² sont plus considérables qu'en été. On comprend qu'il doive en être ainsi, car la régulation de la chaleur implique nécessairement une augmentation ou un ralentissement des combustions suivant les variations de la température ambiante. Mais chez les animaux à sang froid et les animaux hibernants il n'en va plus de même, et le froid qui les plonge dans l'engourdissement ralentit aussi leurs combustions, tandis que la chaleur qui les réveille de leur léthargie active au contraire leurs échanges gazeux.

b. *Influence de la lumière.* — MOLESCHOTT, ayant étudié chez les grenouilles l'action de la lumière sur les phénomènes respiratoires, trouva que dans l'obscurité ces animaux consomment moins d'oxygène et exhalent moins de CO² qu'à la lumière.

Ayant recherché de plus l'influence de divers rayons du spectre, il observa que les rayons jaunes sont ceux qui produisent le maximum d'effet sur les échanges respiratoires.

2° Causes physiologiques. — Ces causes se rapportent soit à des différences individuelles (âge, sexe, taille, etc.), soit pour un même individu aux divers états de l'organisme (veille, sommeil, digestion, etc.)

a. *Influence de l'âge.* — L'activité des échanges gazeux augmente chez l'homme avec l'âge jusqu'à un maximum qui est atteint vers trente-deux ans, puis diminue jusqu'à la mort.

b. *Sexe.* — Toutes choses égales, les échanges respiratoires chez la femme sont moins actifs que chez l'homme ; ils subissent de plus, au moment de l'apparition des règles, une diminution qui dure jusqu'à la ménopause. Toutefois, pendant la grossesse, la consommation d'oxygène est notablement accrue.

c. *Influence de l'espèce animale et de la taille.* — Les échanges gazeux sont plus intenses chez les animaux à sang chaud que chez les animaux à sang froid, et, parmi les animaux à sang chaud, ce sont les oiseaux qui présentent les phénomènes respiratoires les plus actifs. Ainsi, en rapportant la quantité d'oxygène consommé au kilogramme de matière vivante comme unité de poids et à l'heure comme unité de temps, on trouve que l'homme consomme 300 centimètres cubes d'oxygène, le poulet 1 000, le lézard 130, la grenouille 50 seulement par kilo-heure. On remarque aussi qu'il existe un rapport inverse entre la quantité d'oxygène consommé et la taille, pour une même classe d'animaux ; ainsi chez les mammifères, tandis que pour les gros animaux (veau, porc, mouton, etc.), la quantité d'oxygène consommé est d'environ 300-350 centimètres cubes par kilo-heure, cette quantité s'élève pour le lapin à 700 et pour le cobaye à 1 400, et chez les oiseaux, pour les plus petits d'entre eux, jusqu'à 9 à 10 000. Cela tient, comme nous le dirons dans le chapitre de la *Chaleur animale*, à ce que les petits animaux perdent proportionnellement beaucoup plus de chaleur que les gros et doivent avoir par conséquent des combustions beaucoup plus actives.

d. *Influence du sommeil et de l'activité musculaire.* — Pendant le sommeil les échanges gazeux se ralentissent ; mais la diminution de la consommation d'oxygène n'est pas aussi grande que la diminution de l'exhalation de CO^2 . Aussi le quotient $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}}$ s'abaisse-t-il notablement ; en d'autres termes, l'organisme semble faire provision d'oxygène pendant le sommeil, et l'expression proverbiale « qui dort dine » comporte quelque chose de vrai. Au contraire, l'activité de l'organisme, et principalement l'exercice musculaire, stimulent les échanges respiratoires et élève le quotient $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}}$. Ce fait peut être constaté pour un muscle isolé : CL. BERNARD, a démontré que le sang veineux qui revient du muscle couturier contient moins de CO^2 lorsque le muscle est au repos que lorsqu'il est en contraction, et moins encore lorsque ce muscle a été paralysé par la section de son nerf.

Chez les animaux hibernants, pendant le sommeil hibernale, l'activité respiratoire diminue considérablement : ainsi REGNAULT et REISSET trouvèrent que la consommation d'oxygène s'abaissait à 30 centimètres cubes par kilo-heure chez la marmotte en hibernation.

Il peut même se faire que ces animaux augmentent de poids pendant leur sommeil, quoiqu'ils ne prennent aucune nourriture. Ce fait établi par R. DUBOIS et qui tout d'abord paraît étrange, s'explique évidemment par une fixation d'oxygène dans le corps.

e. *Influence de l'alimentation.* — Le travail de la digestion active les échanges gazeux ; quant à l'action des différentes espèces d'aliments, nous l'avons signalée plus haut à propos du quotient respiratoire.

3° *Causes pathologiques.* — Dans les maladies fébriles où la température s'élève au-dessus de la normale, les combustions sont augmentées. Il y a donc accroissement notable de la consommation de O et de l'exhalation de CO^2 . Mais il faut remarquer que le surplus d'oxygène consommé ne reparait pas tout entier dans le CO^2 exhalé et qu'il est employé en grande partie à brûler certains matériaux, réserves des tissus, dont les pro-

duits d'oxydation sont excrétés par d'autres voies (reins) que la voie respiratoire.

ARTICLE III

INNERVATION RESPIRATOIRE

Les mouvements respiratoires sont automatiques, et si la volonté a prise sur eux, elle est toutefois impuissante à les suspendre complètement ; nous ne pouvons retenir volontairement notre respiration que pendant un court espace de temps, car cette sensation particulière que l'on appelle *besoin de respirer* devient alors tellement intense que l'effort de volonté le plus énergique est incapable d'y résister. La volonté n'intervient donc dans le mécanisme des mouvements respiratoires que pour en modifier le rythme, la fréquence, l'amplitude. A l'état ordinaire la fonction respiratoire s'exécute comme tous les actes réflexes, sans intervention d'aucun élément psychique, sans participation du cerveau ; elle persiste dans le sommeil naturel, l'anesthésie, le coma, par conséquent dans certains états de l'organisme où la conscience est abolie ; on a aussi observé que les mouvements respiratoires s'exécutent chez les fœtus anencéphales. Recherchons donc d'abord où se trouvent les centres nerveux qui commandent les mouvements respiratoires, nous analyserons ensuite le mode suivant lequel ces centres sont mis en action.

§ 1. — CENTRES RESPIRATOIRES

LEGALLOIS, dès 1812, démontra que les mouvements rythmés de la respiration dépendent de l'action d'un centre nerveux situé dans le bulbe vers l'origine des nerfs pneumogastriques ; en coupant l'encéphale par tranches d'avant en arrière, il vit que la respiration n'était abolie que par la section du bulbe. Plus tard FLOURENS localisa d'une façon encore plus précise la situation de ce centre respiratoire. Il trouva que la piqûre du plan-