

jusqu'à l'extrême vieillesse. En outre, chaque fois que les règles sont supprimées (grossesse, etc.), le chiffre d'acide carbonique exhalé augmente momentanément; les règles pourraient donc être considérées comme une voie de dérivation par laquelle l'économie se débarrasserait d'une partie du sang non comburé.

Influence de la pression barométrique. — Il est intéressant de faire observer que la combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine ne se fait à la surface pulmonaire que sous l'influence d'une certaine pression barométrique. Lorsque cette pression descend à 25 millimètres, la combinaison n'a pas lieu. Ce fait a été vérifié par la catastrophe récente du *Zénith* (1875), où deux savants, Crocé-Spinelli et Sivel, trouvèrent la mort dans des régions extrêmement élevées de l'atmosphère. La pression barométrique avait diminué au point que l'absorption de l'oxygène n'avait plus lieu par les poumons. La provision d'oxygène que les aéronautes avaient emportée et qu'ils devaient respirer avec des tubes ne put être utilisée à cause de l'action paralysante qu'exerça sur eux la privation brusque d'oxygène.

C'est encore à une diminution de la pression atmosphérique, diminution équivalant à une raréfaction de l'oxygène, que doit être attribuée une partie des accidents décrits sous le nom de *mal des montagnes*.

§ 5. — Hygiène de la respiration. — Ventilation.

Nous avons vu que l'homme adulte exhale en moyenne 400 litres d'acide carbonique en 24 heures, c'est-à-dire 16 environ par heure. Or, il est démontré que l'air qui contient de l'acide carbonique dans la proportion de 4/1000 est impropre à la respiration¹. Il est donc facile de calculer quelle est la quantité minimum d'air pur que l'on doit fournir par heure à un individu.

Soit x cette quantité :

$$\frac{46}{x} = \frac{4}{1000}$$

d'où $x=4000$ litres ou 4 mètres cubes.

1. Plusieurs hygiénistes tendent à considérer ce chiffre comme trop fort et à regarder comme irrespirable un air contenant une proportion beaucoup moindre d'acide carbonique.

Mais cette quantité est en réalité trop faible; car, dans tout local habité, il se produit presque forcément d'autres combustions qui concourent avec la respiration de l'homme à vicier l'air.

Nous n'avons pas à insister sur ce point qui est, à proprement parler, du ressort des traités d'hygiène. Nous avons voulu montrer seulement quelles sont les données qui peuvent servir pour calculer les dimensions qu'on doit donner à une salle et pour y établir une ventilation suffisante, d'après le nombre des personnes qui sont destinées à l'habiter.

§ 6. — Influence du système nerveux sur la respiration.

Nous savons que la respiration pulmonaire peut s'exercer dans deux conditions différentes: tantôt elle est *forcée, voulue*; tantôt, et c'est le cas le plus ordinaire, elle est *automatique, inconsciente*.

Dans les deux cas, les actes mécaniques de l'inspiration et de l'expiration sont déterminés par l'action de certains muscles. Mais, dans la respiration *forcée*, ces muscles entrent en contraction sous l'influence de la volonté; dans l'inspiration *normale* au contraire, leur contraction n'est autre chose que le résultat d'une réflexion dont le point de départ est une sensation vague transmise de la périphérie aux centres nerveux, *sensation du besoin de respirer*.

Il nous suffira donc d'étudier ce qui se passe dans ce dernier cas qui est en définitive le plus complexe.

Comme dans tout réflexe, nous retrouvons ici des *voies centripètes*, un *centre de réflexion*, des *voies centrifuges*.

1° Voies centripètes. — La sensation vague qui constitue le besoin de respirer reconnaît sans doute pour cause l'accumulation d'une certaine quantité d'acide carbonique dans le sang.

Elle est principalement transmise aux centres nerveux par les filets de *pneumogastrique*. Si en effet, après avoir sectionné le pneumogastrique au-dessus de l'origine de ces filets, on *excite son bout central*, on voit les mouvements respiratoires devenir plus énergiques, plus rapides; à un certain degré d'excitation peut même correspondre une contraction tétanique du diaphragme qui immobilise ce muscle dans un état d'inspiration forcée et qui peut amener la mort de l'animal *par asphyxie*.

Le rôle des pneumogastriques dans le réflexe respiratoire permet d'attribuer à un trouble de ce réflexe la mort des animaux

chez lesquels on a sectionné les deux pneumogastriques (P. Bert).

Notons que pour certains physiologistes le filet du pneumogastrique qui constitue le *nerf laryngé supérieur* aurait une action toute spéciale sur le réflexe respiratoire. L'excitation du bout central de ce filet amènerait une contraction énergique des muscles *expirateurs*, et comme dans l'expiration le diaphragme reste relâché, on comprend qu'à ce point de vue le laryngé supérieur ait pu être considéré comme un *nerf modérateur centripète de la respiration*.

Les *nerfs sensitifs de la peau* prennent une part incontestable, comme voies centripètes, à la production du réflexe respiratoire. C'est à la suppression du fonctionnement des extrémités nerveuses cutanées que certains auteurs attribuent les accidents respiratoires observés chez les animaux dont on enduit la peau d'une couche de vernis, ainsi que chez les individus qui ont subi de vastes brûlures du tégument. On sait du reste qu'il est d'une pratique courante de chercher à ranimer, par des excitations artificielles de la peau (friction, cautérisation, etc.), les mouvements respiratoires chez les individus menacés de périr par asphyxie.

2° Centre respiratoire. — Les recherches de Legallois et de Flourens ont permis de localiser ce centre respiratoire en un point du bulbe rachidien situé sur le plancher du 4^e ventricule, à 1/2 centimètre au-dessus de l'origine des pneumogastriques, au niveau de l'espace qui sépare l'occipital de la 1^{re} vertèbre cervicale. On a donné à ce point le nom de *nœud vital*. En effet, la section du bulbe à ce niveau détermine la mort immédiate de l'animal par arrêt de la respiration.

Le nœud vital est tôt ou tard englobé dans la sclérose bulbaire qui constitue le processus anatomique de la *paralysie labio-glossolaryngée*. C'est ce qui explique les accès de suffocation qui s'observent presque toujours dans cette maladie et qui peuvent déterminer la mort du malade.

3° Voies centrifuges. — Ces voies centrifuges ne sont autres que les *nerfs rachidiens* qui correspondent aux muscles inspireurs et expirateurs. Ces nerfs appartiennent aux paires dorsales, et surtout aux plexus brachial et cervical. Le plus important de tous est le *nerf phrénique*, qui préside aux contractions du diaphragme et qui naît de la moelle épinière au niveau de la troisième vertèbre cervicale. Ce nerf peut à lui seul assurer la persistance de la respiration alors que des lésions de la moelle (fractures de la colonne vertébrale, etc.) ont supprimé l'action des

nerfs qui naissent au-dessous de lui ; mais si la lésion médullaire porte au-dessus de l'origine du phrénique, la mort de l'animal arrive forcément à bref délai.

Mentionnons enfin comme agent actif et indispensable de la respiration le *nerf récurrent* qui tient sous sa dépendance le muscle crico-aryténoïdien postérieur. Nous savons en effet que la paralysie de ce muscle permet aux lèvres de la glotte de se rapprocher pendant l'inspiration et rend dès lors l'accès de l'air impossible dans les voies respiratoires.

ARTICLE III.

RESPIRATION PAR LA PEAU.

Nous avons eu l'occasion, quand nous avons étudié spécialement les sécrétions de la peau, de parler de la *respiration cutanée*.

Nous nous bornerons à faire remarquer pour le moment que dans la peau comme dans le poumon le sang circule à travers un réseau capillaire très-riche ; mais le contact de ce sang avec l'air extérieur est ici moins immédiat, car il s'en trouve séparé par un derme beaucoup plus épais et par un épithélium corné à plusieurs couches.

Les échanges gazeux, absorption d'oxygène, exhalation d'acide carbonique, ont donc lieu ici, mais dans des proportions beaucoup plus restreintes. — Si on introduit pendant une demi-heure la main et l'avant-bras dans une cloche contenant de l'air atmosphérique et renversée sur une cuve d'eau distillée, il suffit au bout de ce temps d'agiter le contenu de la cloche avec un peu d'eau de chaux pour obtenir un précipité de carbonate de chaux caractéristique.

MM. Scharling et Hannover ont fait sur l'homme une longue série d'expériences en vue de mesurer l'intensité de ces échanges. Ils sont arrivés à cette conclusion que les échanges cutanés sont aux échanges pulmonaires dans la proportion de 1 à 38 ; en d'autres termes, l'exhalation d'acide carbonique par la peau est 38 fois moindre que l'exhalation par le poumon. Il en résulte que, si on supprime la fonction respiratoire cutanée en enduisant la peau d'un vernis imperméable, il se sera accumulé dans le sang au bout de 38 excursions respiratoires (2 minutes environ) une quantité d'acide carbonique égale à celle dont une expiration pulmonaire débarrasse l'économie. L'animal soumis à cette expérience

périra donc *asphyxié* au bout d'un temps 38 fois plus considérable que si on supprimait l'accès de l'air dans ses poumons. Or, il est démontré que la durée de l'*asphyxie pulmonaire* est chez l'homme de 4 à 5 minutes; il est donc vraisemblable que la durée de l'*asphyxie cutanée* serait de 2 heures $1/2$ à 3 heures.

L'importance de la respiration cutanée atteint son maximum chez les animaux à *peau nue et humide* (grenouilles). Elle peut, chez ces animaux, suppléer pendant un temps assez long la respiration pulmonaire. M. Edwards, ayant supprimé l'entrée de l'air dans les poumons des grenouilles à l'aide d'un capuchon ciré fixé autour du cou de ces animaux, a constaté qu'elles peuvent vivre ainsi, *au contact de l'air*, un ou plusieurs jours; lorsque le même expérimentateur *submergeait* complètement les grenouilles et supprimait ainsi la respiration cutanée et la respiration pulmonaire, elles ne vivaient guère au delà de 8 ou 10 heures (Béclard).

Vapeur d'eau. — Si le rôle de la peau s'efface devant celui du poumon au point de vue de l'exhalation de l'acide carbonique, il n'en est pas de même au point de vue de l'exhalation de la *vapeur d'eau*. Celle-ci est très-abondante et l'emporte généralement sur l'exhalation de vapeur d'eau opérée par le poumon pendant le même temps. Notons que nous ne parlons pas ici de la sécrétion liquide qui constitue la *sueur*, mais de cette évaporation invisible et continue qu'on a désignée sous le nom de *transpiration insensible* (voy. *Sueur*).

Il suffit de placer une partie quelconque du corps dans une enveloppe imperméable pour qu'au bout de très-peu de temps, le milieu circonscrit se trouvant saturé, la vapeur d'eau se précipite à l'état liquide sur les parois intérieures de l'enveloppe (Béclard).

On a évalué la quantité d'eau ainsi évaporée à la surface de la peau pendant 24 heures à 1 *kilogr.* en moyenne (à peu près le double de la quantité d'eau exhalée par le poumon pendant le même temps). Mais on conçoit que ce chiffre est essentiellement variable suivant les influences extérieures, en particulier suivant les conditions de température et d'humidité de l'air ambiant.

§ 1. — De la respiration chez le fœtus.

Le fœtus respire aussi bien que l'adulte. Comme chez ce dernier les tissus reçoivent de l'oxygène, et c'est le sang qui le leur ap-

porte; seul, le rôle des poumons est supprimé. Les poumons du fœtus sommeillent et ne doivent fonctionner qu'au moment de la naissance. Au lieu de prendre l'oxygène dans l'air, le fœtus le prend dans le sang artériel de sa mère au niveau du *placenta* qui joue ici le rôle de poumons. On sait que cet organe est formé par un entrelacement des capillaires de la mère et des capillaires de l'enfant. Les vaisseaux maternels et fœtaux y sont adossés sans qu'il y ait entre eux aucune communication; l'oxygène quitte l'hémoglobine et la mère pour se fixer sur celle du fœtus à travers les parois des capillaires, par osmose. Le fœtus reçoit donc ce gaz de seconde main, pour ainsi dire.

CHAPITRE SIXIÈME

DE LA CHALEUR ANIMALE

Définition. — Les corps inorganiques tendent à se maintenir en équilibre de température avec le milieu qui les entoure. Si ces corps peuvent momentanément être échauffés ou refroidis par des causes artificielles, ils tendent à reprendre cet équilibre dès que ces causes cessent d'agir.

Il n'en est pas de même des animaux. Ceux-ci ont en eux-mêmes une source de chaleur propre dont le mode de production sera étudié plus tard et dont l'intensité est généralement suffisante pour assurer à ces animaux une température supérieure à celle du milieu ambiant.

C'est à cette chaleur qu'on donne le nom de *chaleur animale*.

Animaux à température constante; animaux à température variable. — Tous les animaux produisent de la chaleur, mais dans des proportions fort inégales. Les animaux supérieurs (mammifères et oiseaux), l'homme en particulier, ont une température assez élevée, notablement supérieure en général à celle de l'atmosphère; la température moyenne des oiseaux oscille entre + 40° et + 44° centigrades, celle des mammifères