Mais cela n'est possible que si l'air inspiré contient des quantités suffisantes d'oxygène ou de rares traces d'acide carbonique.

Les diminutions d'oxygène dans l'air respiré ne sont pas d'une grande importance pratique en réalité. Elles ne se produisent en effet que si l'homme atteint des hauteurs respiratoires de 8,600 millimètres sous une pression partielle d'oxygène d'environ 52 millimètres, ou bien s'il est renfermé dans un petit espace mal aéré. L'augmentation nuisible de l'acide carbonique ne se produit que dans ce dernier cas, étant donné la constance admirable de la composition de l'atmosphère.

Addition de gaz à l'air.

L'addition d'une quantité de gaz quelconque à l'air respiré est d'une très grande importance, car ce gaz ayant de grandes affinités pour l'hémoglobine en prendra possession.

Lorsque l'air respiré contient plus de 0,8 à 1 p. 1000 d'acide carbonique, ce qui se produit le plus souvent lorsque l'atmosphère est viciée par des gaz d'éclairage, la pression partielle d'acide carbonique dans l'air des alvéoles y sera absolument élevée ou tout au moins plus grande que dans le sang où cette pression n'existe pas.

Le sang n'absorbe bien l'acide carbonique que dans une mesure très restreinte; par contre l'hémoglobine attire vivement ce gaz qui chasse son oxygène et forme une combinaison avec elle. Cette combinaison est plus difficilement dissociable que celle avec l'oxygène. L'hémoglobine combinée à l'acide carbonique deviendra inapte au transport et à la transformation de l'oxygène. Or, comme nous savons que la réception et l'émission d'oxygène par le sang ne sont pas possibles sans l'hémoglobine, le plasma sanguin n'ayant qu'un coefficient d'absorption très minime pour l'oxygène, la combinaison d'hémoglobine et d'acide carbonique se traduit par une altération considérable de la respiration.

Tout dépend naturellement, en l'occurrence, de la quantité d'acide carbonique qui passe dans le sang.

Les petites quantités sont sans inconvénient pour la respiration, surtout si celle-ci n'est pas soumise à un grand travail. Elles provoquent des troubles du système nerveux central dont nous n'avons pas à nous occuper ici. Combinées faiblement à l'hémoglobine, elles sont graduellement éliminées, et surtout dissociées si l'atmosphère elle-même s'affranchit d'acide carbonique.

En revanche, s'il circule de grandes masses d'hémoglobine combinées à l'acide carbonique, le sang perdra rapidement la propriété d'alimenter les organes en oxygène. Les échanges de gaz pourront se faire en partie sans encombre. L'acide carbonique pourra à peu près se volatiliser comme à l'état normal, puisque sa pression partielle dans l'air des alvéoles est inaltérée. (Il se peut que l'hémoglobine n'ait pas une force expulsive aussi efficace.) Il ne se produira pas d'accumulation d'acide carbonique dans le corps, mais plutôt un appauvrissement intense en oxygène. Il en résulte que les appareils centraux en deviendront rapidement insensibles et que la respiration cessera totalement.

Le sauvetage sera possible si la combinaison d'hémoglobine et d'acide carbonique se dissocie sous l'influence d'un gaz indifférent, de préférence l'oxygène. Aussi la respiration artificielle soutenue pendant des heures donne-t-elle souvent de bons résultats.

Jusqu'ici nous avons parlé des troubles qui atteignent un seul côté de la surface respiratoire.

Pour que les échanges de gaz puissent s'effectuer d'une façon convenable, il faut que le sang puisse de l'autre côté de la surface être véhiculé avec une certaine rapidité étroitement subordonnée elle-même à l'activité cardiaque. Mais cela dépend aussi des mouvements respiratoires, car ceux-ci sont d'un effet très puissant sur la circulation pulmonaire. Il en résulte que la respiration excessive, dont nous avons souvent parlé dans le chapitre précédent, excite l'afflux du sang vers la surface respiratoire ainsi que son reflux.

Dans le chapitre sur la *Circulation* nous avons parlé des troubles respiratoires résultant d'un mouvement défectueux du sang.

Tout ce qui réduit la rapidité du courant sanguin, soit par faiblesse du cœur ou troubles vasculaires, altère la respiration du malade à un degré identique. Il est vrai qu'à ce moment le sang circule aussi plus lentement dans le poumon.

Mais cela ne sert en rien la réception d'oxygène, car l'hémoglobine s'en sature quand même. D'autre part, les capillaires éliminent davantage d'oxygène, et la tension des gaz s'y réduit. Par voie d'opposition, celle de l'acide carbonique s'y élèvera, car le sang en absorbe d'abondantes quantités pendant son séjour dans les capillaires.

N'oublions pas que le sang doit pouvoir à son tour transformer les gaz pendant son parcours. Mais l'essentiel pour lui est l'hémoglobine. C'est par l'hémoglobine que la propriété respiratoire du sang se maintient ou baisse autant dans le poumon que dans les tissus.

La respiration sera impossible s'il ne circule que trop peu d'hémoglobine ou bien si elle se trouve sous une forme inapte à la transformation de l'oxygène, par exemple dans une combinaison avec l'acide carbonique ou bien sous forme de méthémoglobine. C'est ainsi que meurent ceux qui ont perdu jusqu'à 70 p. 100 de leur total de sang. De même meurent ceux qui ont absorbé d'abondantes quantités d'acide carbonique. Mais l'hémoglobine ne disparaît pas le plus souvent d'une manière complète et n'est pas transformée brusquement du tout au tout. Car s'il reste encore de l'hémoglobine apte à fonctionner, la vie se maintiendra selon l'importance de ce reliquat. Comme Bohr nous l'a démontré, il n'en faut que de très petites quantités pour conserver la respiration, car lorsque le quantum d'hémoglobine du sang diminue celui-ci subit une métamorphose qui lui permet d'assimiler infiniment plus d'oxygène que l'hémoglobine ordinaire.

C'est dans ces conditions-là, que nous trouvons les échanges de gaz dans les anémies graves, où les résultats par kilogrammes en acide carbonique émis et en oxygène absorbé se tiennent dans les chiffres normaux.

Cette conservation de l'échange des gaz est probablement attribuable en partie aux modifications de la circulation. Le cœur se contracte plus fréquemment chez les anémiques et il est possible qu'il en résulte une réduction du temps circulatoire.

L'hémoglobine n'est pas seulement importante pour la transformation de l'oxygène, elle l'est aussi pour la combinaison et l'expulsion de l'acide carbonique. Par suite, cette importance peut être altérée par une modification

même de l'hémoglobine, mais elle dépend supérieurement de l'alcalinité du sang qui peut produire des carbonates. Nous en reparlerons à propos de la respiration interne.

Dans les nombreux états, ou l'accès de l'air aux alvéoles ou bien l'échange des gaz sur la surface pulmonaire se trouvent paralysés, nous avons constaté l'intervention d'une modification des mouvements respiratoires paraissant de nature à entraver l'action des troubles.

Comment se comportera la respiration en face d'une altération de circulation et de composition du sang? En réalité cette question est résolue. En effet tous les états dont nous avons parlé agissaient principalement sur les mouvements respiratoires par l'intermédiaire du sang. Ce n'est que si le sang se dirigeant vers les centres respiratoires était modifié et contenait plus d'acide carbonique que d'oxygène que la respiration excessive se produirait sous l'influence de la moelle allongée. Par suite on comprendra parfaitement ce que nous avons dit, que le ralentissement de la circulation entraîne une respiration dyspnéique. Et celle-ci est même nécessaire, car elle accélère le courant pulmonaire.

Dans la diminution exagérée de l'hémoglobine, le défaut d'oxygène irrite fortement le centre respiratoire. Les modifications des hématies sont dans leurs effets sur la respiration influencées par l'action des poisons qui ont attaqué l'hémoglobine.

Beaucoup de circonstances sont nécessaires pour que les échanges de gaz se maintiennent pendant les modifications des mouvements respiratoires exactement comme à l'état normal.

Cela dépend d'abord du degré absolu des troubles. Il est parfaitement évident que le malade chez qui un anévrisme de l'aorte se sera rompu dans le poumon en remplissant toutes les alvéoles de sang, ne tirera aucun profit d'une augmentation de respiration quelconque.

Cela dépendra aussi de l'état fonctionnel des organes compensateurs. Un thorax mobile, des muscles fonctionnant normalement sont en l'occurrence d'un concours précieux.

On voit donc que l'âge, la constitution, les conditions anatomiques des organes sont d'une très grande influence.

Enfin, le plus important est de savoir pour quel état du corps la compensation est exigée. Elle interviendra plus facilement dans le repos que dans les états qui réclament de grandes quantités d'oxygène, par exemple l'ingestion de nourriture et les efforts musculaires. Nous voyons par suite que tous les malades atteints de troubles respiratoires doivent éviter craintivement tout mouvement corporel inutile et réduire leurs besoins au minimum.

Nous voyons aussi que le même trouble est d'un effet plus vif lorsqu'il se produit soudainement, parce qu'alors le malade n'a pas encore appris à en tenir compte. Le maintien de l'équilibre chimique du sang sera donc soumis à de nombreuses circonstances, de sorte que l'on ne peut pas émettre de jugement général.

Toute opinion décisive sera d'autant plus difficile et même impossible pour le moment, parce que les bases nécessaires, c'est-à-dire les analyses des gaz du sang, font totalement défaut. Nous ne possédons aucune analyse des gaz ni de l'homme malade ni même des animaux

d'expériences. Ce serait le cas de répéter la plainte de Cohnheim.

Toute opinion dépendra rigoureusement des quantités proportionnelles de l'atmosphère qui auront été transformées, ainsi que de chacun des gaz. Naturellement, si les recherches doivent avoir la moindre valeur, elles devront tenir compte de l'état nutritif, de la réception des aliments et des mouvements musculaires du sujet examiné.

Dans les sténoses trachéennes artificielles, légères et d'un degré moyen, l'organisme absorbe au moins le même quantum d'air qu'auparavant, et l'on peut conserver les animaux dans un bon état nutritif pendant très longtemps. Si, d'autre part, on provoque chez le lapin des épanchements pleurétiques à un degré moyen ou un pneumo-thorax fermé, les quantités de gaz échangées seront ici sensiblement les mêmes qu'auparavant.

Même les hommes, dont les poumons sont à l'état pathologique, et qui ont été examinés par de bonnes méthodes, n'accusent pas de modifications dans la réception d'oxygène et dans l'élimination d'acide carbonique. Quant à l'échange des gaz chez les anémiques, nous l'avons déjà examiné.

Somme toute, même dans les troubles intenses de la respiration, les quantités de gaz transformées peuvent rester normales. Sans doute il faut tenir compte, en l'occurrence, de ce que les mouvements respiratoires dyspnéiques consomment à leur tour une fraction considérable de l'oxygène et en dégagent en acide carbonique. Par suite, si l'on déduit ces deux fractions, on arrivera

peut-être à l'unité de poids des substances vivantes et à la démonstration d'une transformation de gaz relativement inférieure à la normale.

Nous n'avons pas besoin d'expliquer en détail que cela n'est pas concluant pour la composition du sang, car la transformation de certaines quantités de gaz peut tout aussi bien s'effectuer en présence d'une teneur absolue et plus ou moins riche de gaz intra-sanguin. En effet, nous pouvons admettre avec certitude que toute réduction de la surface respiratoire implique une élévation de son contenu d'acide carbonique. Nous déduisons cette constatation de la nuance du sang, de la cyanose de la peau et des muqueuses, et ensuite du renforcement des mouvements respiratoires.

D'après nos connaissances actuelles, ces phénomènes sont une conséquence indubitable d'un changement dans la composition du sang. Nous sommes autorisé à supposer que le superflu en acide carbonique est le facteur principal qui tend à protéger les tissus contre les suites nocives du défaut d'oxygène.

II

LA RESPIRATION INTERNE

Mais comment se comportera la respiration interne en présence de troubles de la respiration externe ?

Il n'est pas nécessaire d'entrer dans l'explication des cas où la moelle allongée maintient la composition du sang dans les proportions normales.

Tandis que la proportion d'oxygène du sang diminue,