

saturation, au contraire, l'évaporation cutanée et l'évaporation pulmonaire acquièrent toute leur activité. La quantité d'eau qui s'échappe par ces deux voies augmentant, celle qui est évacuée dans le même temps par les voies de sécrétion (par l'urine en particulier, qui est la plus abondante de toutes) diminue.

Dans les chaleurs de l'été, l'état hygrométrique de l'air est, en général, moins près de son point de saturation qu'en hiver, et, de plus, la température étant plus élevée, sa capacité de vapeur, pour arriver à saturation, est plus grande qu'en hiver. Aussi, l'évaporation cutanée et pulmonaire est généralement plus élevée dans la saison chaude que dans la saison froide. M. Dalton a fait, à cet égard, des recherches d'où il résulte qu'en juin, la transpiration cutanée et pulmonaire ayant été de 1990 grammes d'eau en un temps donné, elle n'a été que de 1225 grammes au mois de mars, dans un égal espace de temps. La quantité d'urine a été, au contraire, plus considérable en hiver qu'en été.

La quantité des boissons dont l'homme fait usage modifie les proportions de l'urine. Les pertes d'eau par évaporation cutanée et pulmonaire sont à peu près indépendantes de la quantité des boissons; elles sont intimement liées avec les conditions physiques extérieures, et variables comme elles. La sécrétion urinaire sert en quelque sorte de régulateur et rétablit l'équilibre.

Lorsque l'enveloppe tégumentaire est placée dans un milieu autre que celui avec lequel les poumons se trouvent en communication, et lorsque l'état hygrométrique de ces deux milieux est très-différent, les rapports normaux entre les deux évaporations peuvent être complètement changés. Lorsque les expérimentateurs se plaçaient dans une enveloppe imperméable, et, par conséquent, dans un milieu promptement saturé, tandis que les poumons communiquaient librement avec l'air extérieur, la quantité d'eau évaporée par le poumon restait normale, tandis que la quantité d'eau évaporée par la peau diminuait. Si l'expérience est suffisamment prolongée, les deux évaporations peuvent paraître égales.

Lorsque, à l'aide de moyens appropriés, on supprime sur les animaux l'évaporation cutanée, et qu'on s'oppose ainsi d'une manière absolue à la sortie de la vapeur d'eau et à celle de l'acide carbonique, il s'établit peu à peu des désordres graves, qui se terminent par la mort des animaux. Pour supprimer les fonctions de la peau, on a imaginé de mettre à nu, par la tonte du poil, la peau du chien, du mouton, du lapin, du cheval, et de recouvrir la surface rasée avec un vernis épais et siccatif. Les animaux ainsi préparés ont succombé au bout d'un temps variable : il est rare qu'ils aient survécu plus de 6, 8, 10 ou 12 heures. L'animal est profondément sidéré; sa température baisse rapidement; elle était de 39° dans le rectum chez le chien, par exemple, elle tombe à 20°, et les mouvements respiratoires baissent de moitié : bientôt ils ne sont plus que le quart de ce qu'ils étaient, et l'animal ne tarde pas à succomber. Après la mort, on trouve les tissus et les organes gorgés d'un sang noir, ainsi

que des épanchements de liquides dans les sacs séreux. Il est probable que, dans ces cas, ce n'est pas à la rétention de l'eau qu'une mort aussi rapide doit être attribuée. La sécrétion urinaire constitue, en effet, une voie succédanée à cette évaporation supprimée. Il est plus probable que l'acide carbonique non expulsé, s'accumulant dans le sang, a amené à la longue une *asphyxie lente*. Il est vrai que la quantité d'acide carbonique exhalé par la peau est très-peu considérable, puisqu'elle n'est guère, chez l'homme, que la 38<sup>e</sup> partie de l'exhalation pulmonaire, et qu'elle est beaucoup moindre encore chez les animaux à poil; mais, si l'homme était recouvert d'un vernis, il n'en est pas moins vrai qu'au bout du temps qu'il emploie à faire 38 mouvements respiratoires (un peu plus de 2 minutes), il se serait accumulé dans son sang une quantité d'acide carbonique équivalente à celle qu'il rend dans chaque expiration. Le poumon, qui échange ses gaz avec l'air atmosphérique en vertu d'un ensemble de lois physiques, ne peut suppléer l'exhalation gazeuse de la peau. Lorsqu'une des deux voies d'élimination de l'acide carbonique est fermée, ce gaz s'accumule peu à peu dans le sang et détermine l'asphyxie (Voy. § 152).

Lorsque c'est la voie pulmonaire qui est fermée, l'asphyxie est rapide; elle est lente lorsque c'est la voie cutanée. Les poumons débarrassent, en effet, en un temps donné, l'économie d'une quantité d'acide carbonique beaucoup plus considérable que la peau, et surtout que la peau des animaux revêtus de poil.

Si l'expérience était praticable sur l'homme, il est très-probable que la durée de l'asphyxie cutanée serait 38 fois plus lente que la durée de l'asphyxie pulmonaire. Au lieu de durer 4 ou 5 minutes, elle durerait vraisemblablement de 2 heures 1/2 à 3 heures <sup>1</sup>.

## § 159.

**Hygiène de la respiration. — Ventilation. —** Lorsque l'homme ou les animaux vivent à l'air libre, les modifications qu'ils font subir à l'air atmosphérique sont tout à fait insensibles, parce que l'océan de l'air est continuellement agité dans sa masse par les vents et les courants déterminés par la radiation solaire. Mais, lorsque l'homme s'abrite dans des demeures, lorsqu'il y place des animaux, lorsqu'en un mot, le volume d'air respiré est limité, cet air ne tarde pas être profondément modifié dans sa composition et dans ses propriétés : il perd sans cesse de l'oxy-

<sup>1</sup> M. Endhuisen, qui a récemment confirmé les résultats que nous venons de mentionner relativement aux phénomènes qui surviennent chez les animaux recouverts de vernis imperméables et sur la mort qui en est la conséquence, est arrivé à graduer la durée de la vie des lapins avec l'étendue de la couche de vernis appliquée sur la peau. Un lapin entièrement couvert de vernis meurt en 10 heures. Lorsqu'il n'y a que le douzième, le dixième ou le huitième de la surface du corps enduite de vernis, l'animal survit. Le sixième, le quart ou plus encore de la surface étant couvert, l'animal souffre et meurt au bout de 96, de 48, ou de 24 heures. Un phénomène constamment observé, c'est l'apparition de l'albumine dans l'urine.

gène, et il se charge d'acide carbonique, de vapeur d'eau et des produits organiques de l'exhalation pulmonaire et cutanée. A ces produits il faut ajouter encore ceux qui proviennent des foyers de combustion trop souvent mal disposés, et ceux des combustibles d'éclairage (chandelles, lampes, bougies, etc.); produits qui contiennent, outre l'eau et l'acide carbonique, des gaz plus nuisibles, tels que l'oxyde de carbone, des hydrogènes carbonés, etc.

L'homme exécute 18 mouvements respiratoires par minute, et, à chaque mouvement respiratoire, il fait circuler 1/2 litre d'air dans les poumons (Voy. § 137); il en résulte qu'il utilise, en 1 heure, environ 500 litres d'air pour les besoins de sa respiration. D'une autre part, l'air qui sort des poumons contient 4,3 pour 100 d'acide carbonique (Voy. § 138). L'homme renfermé pendant une heure dans 500 litres d'air vicierait donc cet air, de telle sorte qu'au bout de ce temps, le milieu renfermerait environ 4,3 pour 100 d'acide carbonique, à supposer que chaque fraction d'air fût respirée d'une manière successive. A cette dose, l'air ne serait sans doute pas encore doué de propriétés immédiatement nuisibles, ainsi que le prouvent les expériences sur les animaux vivants, et l'homme pourrait encore tirer de cet air une certaine proportion d'oxygène. Mais il est certain qu'il en souffrirait, et qu'il pourrait en résulter pour lui des conséquences fâcheuses. Indépendamment de l'acide carbonique, en effet, l'homme rend de toutes parts, par le poumon et par la peau, des matières organiques en suspension dans la vapeur d'eau des exhalations. Ces matières jouent incontestablement dans l'air confiné un rôle important, et c'est à elles surtout que sont dus les effets funestes de l'encombrement (fièvres typhoïdes, contagions, etc.).

A moins que l'espace dans lequel l'homme se trouve renfermé ne soit extrêmement resserré et qu'il ne périsse ainsi en peu de temps par asphyxie, c'est surtout l'accumulation des produits organiques de l'expiration cutanée et pulmonaire qui est nuisible. Dans une salle de spectacle, dans un hôpital, dans une caserne, dans une salle d'assemblée, l'air, alors qu'il paraît le plus vicié à l'odorat et qu'il semble le plus irrespirable, ne contient guère au delà de 4 pour 100 d'acide carbonique. Longtemps avant que l'air atmosphérique dans lequel l'homme respire contienne 4 ou 5 pour 100 d'acide carbonique, cet air est devenu nuisible pour lui. Autant que possible, l'homme doit donc se placer dans des conditions qui le rapprochent le plus du milieu où il est appelé à vivre. Ces conditions, on pourrait les réaliser dans nos demeures, si l'on fournissait incessamment à l'homme une nouvelle quantité d'air prise au dehors, et si l'on enlevait aussi, au fur et à mesure, les produits gazeux de son expiration; si, en d'autres termes, il se trouvait placé dans un courant d'air continu, apportant sans cesse de l'air neuf, entraînant sans cesse l'air vicié. La plupart des systèmes de ventilation qui ont été proposés ont cherché à réaliser ce problème. Mais,

avant que les salles d'assemblée, avant que les hôpitaux, et surtout avant que toutes nos demeures particulières soient pourvues d'appareils ventilateurs quelconques, il s'écoulera sans doute encore un long temps.

Le problème de la ventilation est d'ailleurs assez complexe. Il faut tenir compte, en effet, de la capacité des locaux, et du nombre des individus, et du temps qu'ils doivent y séjourner. Il faut tenir compte des diverses causes de viciation de l'air, telles que la quantité d'acide carbonique produit par le poumon, par la peau, par les combustibles d'éclairage, la quantité de vapeur d'eau fournie par la peau et le poumon, etc. En faisant entrer tous ces éléments dans le calcul, on peut établir qu'il faut, en moyenne, 10 mètres cubes d'air neuf par heure et par individu<sup>1</sup>. Dans tout système de ventilation sagement conçu, on doit se proposer de fournir *au moins* cette quantité d'air. On conçoit, d'ailleurs, qu'en pareille matière on ne pourra jamais pécher par excès; et, si des considérations économiques ne dominaient la question, nous dirions qu'il faut fournir autant d'air que possible et se rapprocher de plus en plus des conditions de la respiration à l'air libre.

Il faut donc à l'homme confiné dans l'intérieur de ses demeures 10 mètres cubes d'air par heure, ou 240 mètres cubes d'air par vingt-quatre heures, pour éloigner toute chance fâcheuse de malaise ou de maladie. Il est facile de voir qu'aucune de nos salles d'assemblée ne remplirait ces conditions, si elles n'étaient constamment soumises à un système plus ou moins parfait de ventilation; et beaucoup d'entre elles laissent beaucoup à désirer sous ce rapport. Beaucoup de chambres à coucher, dans lesquelles nous passons 10 heures sur 24, sont très-insalubres, surtout lorsque le manque de cheminée diminue la ventilation qui s'opère par les joints des portes et des fenêtres. Précisons ces exemples par quelques chiffres. En supposant toute ventilation supprimée, il faudrait que l'espace *complètement clos* dans lequel l'homme passerait vingt-

<sup>1</sup> Supposons, en effet, qu'il s'échappe en nombre rond 4 pour 100 d'acide carbonique par chaque expiration. A 18 expirations par minute, chaque expiration étant de 1/2 litre, cela donne par heure et par individu environ 500 litres d'air expiré, ou 20 litres d'acide carbonique produit. On peut admettre que l'air, pour rester pur, ne doit pas renfermer plus de 0,004 d'acide carbonique (l'air libre en renferme 10 ou 20 fois moins que cela); or, pour que cette proportion ne dépasse pas 0,004, il faut environ à chaque individu et par heure 4 mètres cubes d'air neuf. Mais cette évaluation n'est pas suffisante. En effet, l'homme perd, par évaporation cutanée et pulmonaire, 1500 grammes d'eau en vingt-quatre heures (§§ 143 et 157), soit 60 grammes par heure. Or, il faut 14 grammes de vapeur d'eau pour saturer 1 mètre cube d'air à la température moyenne de + 15°; donc 60 grammes de vapeur d'eau satureront près de 5 mètres cubes d'air. Or, l'homme ne peut rester impunément renfermé dans un espace saturé: il faudra donc lui fournir plus de 5 mètres cubes d'air. Nous pouvons admettre qu'à 8 mètres cubes d'air par heure, cette influence ne se fera pas sentir d'une manière fâcheuse. Ajoutons à cette quantité 2 mètres pour l'alimentation des chandelles, bougies, lampes, becs de gaz, etc., qui brûlent librement dans les enceintes fermées où respire l'homme, et nous arrivons à une quantité moyenne de 10 mètres cubes par heure et par individu.