

Dans la synovie, cette substance est représentée par la *mucosine* ou *synovine*.

Sérosité des plèvres. — M. Robin (*Leçons sur les humeurs*) donne l'analyse des diverses sérosités. Pour faire les analyses, il a pris les liquides sécrétés pathologiquement. N'est-il pas à craindre que ces liquides pathologiques ne diffèrent des liquides qui humectent normalement la surface des séreuses ? Ce qui me paraît donner de la valeur à cette objection, c'est que la composition du liquide varie selon les cas pathologiques : hydrothorax, pleurésie simple, purulente, hémorrhagique, etc. M. Robin me paraît donner l'analyse du liquide de l'*hydrothorax*.

Sérosité rarement visqueuse, un peu alcaline ou neutre, d'une densité de 1011 à 1022 en moyenne.

Le *microscope* permet de découvrir dans le dépôt qui se forme pendant le repos de ce liquide : des *cellules d'épithélium pavimentaux* transparentes, souvent gonflées ; des *granulations moléculaires* ; des *leucocytes*, qui montrent un noyau, ou n'en montrent pas du tout, sous l'influence de l'acide acétique, et qui sont souvent jaunâtres et augmentés de volume.

Ce liquide est formé (par 1000 parties) de : eau, 907 à 953 ; sels (chlorure de sodium principalement), 8 à 12 ; albumine, 20 à 35 ; hydropisine, 15 à 25 ; fibrine, 0 gr. 60 à 3 gr. ; autres substances : corps gras, séroline, cholestérine, principes indéterminés, 4 à 20.

L'hydropisine semble être le même corps décrit par Schérer sous le nom de *parafibrine* ou *parasintonine* dans le liquide de la plèvre.

Sérosité du péricarde. — Le liquide de l'hydropéricarde est citrin, peu foncé, transparent, un peu alcalin, d'une densité de 1014. D'après Gorup-Besanez, elle renferme (pour 1000 parties) : eau 955,13 à 962,83 ; sels minéraux, de 6,69 à 7,34 ; principes extractifs, de 8,24 à 12,69 ; albumine, 21,62 à 24,68 ; fibrine, de 0 à 0,81.

Autres sérosités. — Ces liquides ont été peu étudiés ; il me paraît inutile d'y insister. Je passe immédiatement à la synovie.

Synovie. — Liquide visqueux et très-filant, d'une couleur blanc-jaunâtre, ou pâle, d'une réaction alcaline.

Le *microscope* y distingue quelques cellules épithéliales pâles et quelques leucocytes.

Composition. — La synovie contient (pour 1000 parties) : eau, 928 ; chlorure de sodium et carbonate de soude, 6 ; phosphate de chaux, 1,50 ; synovine, 64 ; corps gras, 0,60, et des traces de matières organiques et de phosphate ammoniaco-magnésien.

La *synovine* donne la viscosité à la synovie : extraite de la synovie et mise dans l'eau, elle rend ce liquide visqueux et filant, ce qui la distingue de l'albumine.

Les mouvements paraissent favoriser sa production, car Frerichs en trouvait 2,6 sur un animal au repos, et 5,6 sur un animal ayant beaucoup marché.

§ 3. — Mécanisme de la sécrétion.

Le sérum du sang traverse la paroi des séreuses et se répand dans la cavité. Il est résorbé au fur et à mesure de sa production, de sorte qu'il n'en existe qu'une mince couche liquide suffisante pour faciliter le glissement des organes. Dans les synoviales, il y a un peu d'accumulation du liquide qui se loge dans les anfractuosités de l'articulation.

CHAPITRE CINQUIÈME

DE LA RESPIRATION

Définition. — On a longtemps réservé le nom de *respiration* à cette fonction de l'économie qui a pour but la transformation du sang veineux en sang artériel. Cette transformation résulte d'un échange de gaz qui s'effectue au niveau du poumon, entre le sang veineux et l'air atmosphérique. Le *poumon* serait donc, à ce point de vue, l'organe essentiel de la respiration.

Mais nous verrons bientôt que cette définition a cessé d'être exacte. On tend aujourd'hui à se faire de la *fonction respiratoire* une idée beaucoup plus générale, et à considérer le sang et les

éléments anatomiques des tissus comme prenant à cette fonction une part au moins égale à celle qu'y prennent les poumons.

Nous nous bornons pour le moment à poser cette restriction, sauf à la développer et à la justifier tout à l'heure.

Historique. — Les notions exactes sur la respiration sont de date relativement moderne.

Pendant longtemps, et sans remonter au delà du siècle dernier, le rôle du poumon fut complètement méconnu. Pour les uns, l'accès de l'air dans les voies respiratoires n'avait qu'un rôle mécanique destiné à permettre le passage du sang à travers les vaisseaux du poumon, en provoquant le déplissement de celui-ci. Pour d'autres, le sang venait simplement se rafraîchir dans le poumon au contact de l'air extérieur.

Théorie de Lavoisier. — La découverte de la composition de l'air atmosphérique par Lavoisier jeta une vive lumière sur la nature exacte des phénomènes qui se passent dans le poumon. En 1777, Lavoisier, comparant la respiration à une combustion, montra qu'une partie de l'oxygène de l'air inspiré était retenue dans le poumon, servait à brûler le carbone et l'hydrogène du sang, et s'exhalait lors de l'expiration sous forme d'eau et d'acide carbonique.

Mais Lavoisier cessa de voir juste quand il voulut localiser cette combustion dans le poumon (*Mémoire de Lavoisier et Seguin*) et faire de cet organe une sorte de foyer central, d'où la chaleur se communiquait au sang et se répandait avec lui dans tout l'organisme. Cette deuxième partie de la théorie de Lavoisier devait être bientôt démentie. Lagrange, le premier, fut frappé de ce fait que la température du poumon n'était pas plus élevée que celle des autres organes intérieurs, et il émit l'idée que la chaleur, c'est-à-dire la combinaison de l'oxygène de l'air avec les matériaux carbonés et hydrogénés du sang, devait s'opérer dans toutes les parties du système circulatoire. Cette supposition a été vérifiée depuis par la découverte de la présence de gaz, et en particulier de l'acide carbonique, dans le sang. Elle a été confirmée d'une manière plus directe par les expériences de Spallanzani, répétées par Williams Edward, Collard de Martigny, J. Müller, Bergmann, Bischoff, Marchand.

Expérience de Spallanzani. — Spallanzani place des grenouilles pendant plusieurs heures dans un milieu d'hydrogène ou dans un milieu d'azote; ces animaux continuent à expirer de l'acide carbo-

nique comme s'ils étaient dans l'air. — Ce résultat ne peut évidemment être dû à une combinaison effectuée dans le poumon entre le carbone du sang et l'oxygène du milieu ambiant, puisque ce milieu est dépourvu d'oxygène; il ne peut être attribué qu'à une combinaison effectuée dans le sang aux dépens de l'oxygène emmagasiné dans ce liquide par les respirations antérieures.

Théorie actuelle de la respiration. — La respiration nous apparaît donc aujourd'hui comme un phénomène infiniment plus complexe que le fait fondamental signalé par Lavoisier.

L'oxygène de l'air est pris dans les poumons par les vaisseaux à sang rouge et porté par eux dans les capillaires de tous les tissus; c'est à ce niveau que s'opèrent les oxydations, les combustions, et que se trouve par conséquent la source de la chaleur animale; enfin, en dernier lieu, les deux produits principaux de ces oxydations, l'eau et l'acide carbonique, sont ramenés aux poumons par les vaisseaux à sang noir et échangés au contact de l'air contre une nouvelle provision d'oxygène. — Telle est, à un point de vue d'ensemble, la série des phénomènes qui constitue la fonction respiratoire.

On voit, en dernière analyse, et nous tenons à insister sur ce point, que trois éléments, trois facteurs entrent en jeu dans cette fonction: les éléments anatomiques des tissus, comme siège réel des oxydations; le sang, comme véhicule des agents et des produits gazeux de ces oxydations; le poumon, comme lieu d'échanges. — Ce serait donc se faire de la fonction respiratoire une idée incomplète que de vouloir la localiser dans le poumon. La respiration, dans son essence intime, est une opération chimique dont les échanges gazeux pulmonaires ne sont qu'un épisode; ses actes les plus essentiels, les oxydations, s'opèrent dans l'intimité de tous les tissus, et à ce point de vue on peut dire que la respiration a lieu, à proprement parler, dans toutes les parties du corps en même temps.

Il ne s'ensuit pas qu'on doive considérer le rôle du poumon comme accessoire ni attribuer à l'un quelconque des trois facteurs une importance prépondérante. Il nous semble plus juste de dire que tous trois (chez l'homme du moins, que nous avons seul en vue) sont également indispensables à l'accomplissement de la respiration. Que l'un d'eux vienne à faire défaut, l'action des deux autres est par cela même annihilée, et la fonction se trouve compromise.

Notre plan consistera donc à étudier successivement le rôle de chacun, rôle que nous n'avons fait que signaler dans les lignes qui précèdent.

1^o Rôle des tissus dans la respiration.

Les éléments anatomiques des tissus possèdent la propriété de respirer par eux-mêmes, dans le sens chimique du mot, c'est-à-dire d'emprunter au milieu respirable ambiant l'oxygène nécessaire aux oxydations, et de restituer à ce milieu les produits de ces oxydations, en particulier l'acide carbonique. C'est là une propriété inhérente à la matière organisée qui forme ces tissus, propriété susceptible d'entrer en jeu par la mise en contact de ces tissus avec l'oxygène, que ce contact soit direct ou qu'il soit réalisé par l'intermédiaire des poumons et du sang.

Cette propriété est mise en évidence par les expériences suivantes de P. Bert. (Voy. P. Bert, *Leçons sur la respiration*, leçons III et IV.)

1^{re} expérience. — M. P. Bert prend un muscle provenant d'un animal (chien) récemment sacrifié. Il le suspend dans une cloche contenant de l'oxygène, et il constate quelques heures après, par l'analyse du contenu de la cloche, que ce muscle a consommé de l'oxygène et exhalé de l'acide carbonique. — Cette combustion est rendue encore plus intense si on provoque la contraction du muscle par un courant électrique.

2^e expérience. — M. P. Bert place des fragments de tissus du même animal dans une certaine quantité de sang oxygéné; il constate bientôt par la spectroscopie que le sang est réduit, c'est-à-dire dépouillé de son oxygène.

Ces expériences démontrent bien la respiration directe des tissus, c'est-à-dire leur tendance à s'emparer de l'oxygène contenu dans le milieu ambiant, quel que soit d'ailleurs ce milieu (sang oxygéné ou oxygène à l'état libre). Elles sont à rapprocher de l'expérience suivante de M. Schützenberger, où l'on voit des organismes inférieurs, monocellulaires, respirer directement dans les milieux où ils sont plongés, comme les tissus respirent dans le sang.

Expérience. — M. Schützenberger plonge un tube en baudruche dans la levure de bière (ferment formé de petites cellules

avides d'oxygène); il fait passer dans le tube, au moyen d'un appareil spécial, du sang oxygéné, et il constate que l'oxygène diminue dans le sang qui s'écoule du tube, et que ce sang contient de l'acide carbonique.

Tissus végétaux. — Nous ne nous occupons ici que de ce qui se passe chez l'homme. Nous ne pouvons nous dispenser cependant de signaler en deux mots la différence essentielle qui existe entre la respiration des tissus animaux et celle des tissus végétaux.

Ceux-ci (du moins pendant le jour et sous l'influence de la lumière solaire directe) respirent, pour ainsi dire, en sens inverse des tissus animaux. Ils empruntent au milieu extérieur de l'eau (H²O) et de l'acide carbonique (CO²), fixent l'hydrogène de l'une et le carbone de l'autre, et restituent à l'air de l'oxygène. On voit donc que les deux règnes, animal et végétal, se fournissent mutuellement les matériaux de leur respiration; chacun d'eux rend à l'atmosphère ce que l'autre lui a enlevé, et de ces échanges non interrompus résulte dans la composition de l'air atmosphérique un équilibre à peu près constant.

2^o Rôle du sang dans la respiration.

Le sang n'intervient pas comme élément de la respiration dans toute la série animale. Sans parler des organismes inférieurs dont il a été question plus haut, il est une classe d'animaux à structure déjà très-complexe, les insectes et les articulés en général, chez lesquels la respiration se fait entre l'air et les tissus sans l'intermédiaire du liquide sanguin. Ces animaux sont munis de petits appareils, appelés trachées, véritables tubes qui pénètrent et se ramifient profondément dans le corps de l'animal, et qui amènent directement l'air extérieur au contact des éléments anatomiques. Les tissus respirent, dans ce cas, à travers les trachées, comme le plongeur respire dans le scaphandre à travers un tube de caoutchouc.

Mais chez les animaux supérieurs, et en particulier chez l'homme, le sang sert d'intermédiaire indispensable entre les tissus et le milieu respirable. D'une part, il transporte l'oxygène des poumons vers les tissus; d'autre part, il ramène l'acide carbonique des tissus vers les surfaces où il pourra être dégagé.

Il convient donc d'examiner successivement le rôle du sang à chacun de ces deux points de vue.

a. Transport de l'oxygène. — Nous aurons à étudier plus loin les modifications qui se produisent dans le sang, sous le rapport de sa composition et de ses propriétés, dans son passage à travers le poumon ; nous verrons donc à ce moment par quel mécanisme le sang se charge d'oxygène au niveau de la surface pulmonaire. Nous n'étudions ici le sang que comme *véhicule* ; nous devons donc supposer ce phénomène accompli, et voir seulement comment l'oxygène se comporte à l'intérieur du sang pendant son trajet du poumon aux tissus.

Il ne faudrait pas croire, comme on le pensait autrefois, que l'oxygène se trouve retenu dans le sang par un simple phénomène physique de dissolution. Le fait est en réalité bien plus complexe.

Bien que l'étude complète de la constitution du sang se rattache à une autre partie de cet ouvrage (voyez *Circulation*), nous rappellerons ici qu'au point de vue qui nous occupe on peut considérer dans le sang deux éléments principaux : 1^o un *liquide* (plasma) ; 2^o des *corpuscules figurés* (globules rouges ou hématies) en suspension dans ce liquide, au nombre de 5,000,000 environ par millimètre cube (Hayem et Malassez).

Or, Magnus en Allemagne, E. Fernet en France, ont démontré que *c'était précisément les globules rouges qui possédaient la propriété de fixer l'oxygène*. Selon Fernet, 1 volume de *plasma* dissout 1 volume d'oxygène ; 1 volume de *sang* (plasma et globules) en dissout 9 fois plus. Des résultats analogues avaient déjà été obtenus par Lehmann et par Harley.

Ce n'est pas tout. Le globule rouge est constitué chimiquement par un stroma de substance albuminoïde (*globuline*), renfermant une matière colorante particulière appelée *hémoglobine*. Or il est démontré par l'étude de la spectroscopie du sang (voir, pour plus de détails, *Circulation*) que *la substance active du globule par rapport à l'oxygène n'est autre que cette hémoglobine* ; en d'autres termes, que les globules rouges ne doivent leur propriété de fixer l'oxygène qu'à l'affinité extrême de l'hémoglobine pour ce gaz.

La combinaison résultant de ces deux éléments a reçu le nom d'*oxyhémoglobine* ; M. Dybkowski a calculé dans de récentes expériences que 100 grammes d'hémoglobine se chargeaient, pour arriver à saturation, d'environ 120 centimètres cubes d'oxygène. Cette affinité de l'oxygène pour l'hémoglobine est donc très-grande ; toutefois le vide suffit facilement à la vaincre ; de plus, nous verrons tout à l'heure qu'elle n'est pas à comparer avec celle d'un autre gaz, l'oxyde de carbone, pour la même substance.

Quelle est la *nature* de cette oxyhémoglobine ? S'agit-il en réalité d'une combinaison chimique ? l'oxygène est-il au contraire condensé dans les globules rouges comme dans l'éponge de platine (Béclard) ? La question nous paraît difficile à résoudre.

Disons enfin que pour certains physiologistes (Schönbein, His) l'oxygène fixé aux globules du sang paraît s'y trouver à cet état électrique particulier, essentiellement favorable aux actions oxydantes, et désigné par les chimistes sous le nom d'*oxygène allotropique* ou d'*ozone*. M. A. Schmidt, et après lui M. Thiry et M. Van Deen, ont institué des expériences (action du sang oxygéné sur la teinture de gayac, etc.) qui semblent confirmer cette opinion. Nous la signalons seulement pour être complet.

En résumé, c'est aux globules rouges, ou plutôt à l'hémoglobine de ces globules, que paraît être dû le pouvoir du sang d'absorber et de fixer l'oxygène¹. Ainsi chargés d'oxygène, ces globules se dirigent vers les capillaires ; le ralentissement de la circulation à ce niveau les force à séjourner plus ou moins longtemps au contact des éléments anatomiques, et nous savons en vertu de quelle propriété spéciale ceux-ci s'emparent de leur oxygène et rendent en échange au sang une certaine quantité d'acide carbonique. — L'oxygène, pris par les globules rouges au niveau du poumon, est-il transmis par eux aux tissus dans sa totalité ? Il est probable que dans ce parcours les globules en consomment une partie pour leur propre nutrition ; ce fait explique pourquoi il est arrivé à certains savants tels que Magnus de trouver peu d'oxygène dans le sang artériel ; ils attendaient trop longtemps pour faire l'analyse, et l'oxygène était consommé par les globules.

Quoi qu'il en soit, le sang nous apparaît tout d'abord, comme le véhicule destiné à porter aux tissus l'élément essentiel de leur respiration, l'oxygène. Ce rôle fait de lui, nous l'avons dit plus haut, l'un des facteurs indispensables de la fonction respiratoire, et la mort par suspension de cette fonction, l'*asphyxie*, peut résulter tout aussi bien de modifications produites dans le sang que d'un obstacle à l'accès de l'air dans le poumon. Le type des asphyxies

1. Nous devons ajouter pourtant que la *fibrine* paraît aussi jouer dans ce sens un certain rôle. M. Harley s'en est assuré par des expériences directes. Il a constaté que quand on plaçait au contact d'un volume connu d'air atmosphérique une certaine quantité de sang *non défibriné*, on trouvait qu'au bout de 24 heures, la constitution du mélange gazeux était moins riche en oxygène que quand le sang avait été défibriné.

de ce genre est l'intoxication par le gaz *oxyde de carbone* qui joue le rôle toxique essentiel dans les asphyxies par la vapeur du charbon (Leblanc). L'oxyde de carbone exerce son action sur les globules rouges; l'avidité de l'hémoglobine pour ce gaz, mise en relief principalement par Cl. Bernard, est telle que les globules s'emparent des moindres traces d'oxyde de carbone qui se trouvent dans l'air, et que rien ne peut opérer le déplacement de ce gaz lorsqu'il est combiné avec le globule. Ce n'est pas comme toxique qu'il agit; c'est, pour ainsi dire, en paralysant les globules, en les rendant inertes, inaptes à remplir leur fonction, à s'emparer de l'oxygène dans les capillaires pulmonaires. Les globules chargés d'oxyde de carbone voyagent dans le sang comme de petits corps étrangers. En un mot, l'oxyde de carbone n'a aucune action toxique spéciale ni sur les centres nerveux, ni sur les nerfs, ni sur les muscles; *il tue, à proprement parler, par asphyxie.*

Dans le même ordre d'idées, on conçoit, *à priori*, que l'intégrité du globule sanguin, intégrité qui règle la capacité d'absorption du sang pour l'oxygène, doit influencer les phénomènes d'oxydation, et que les produits de la combustion devront varier en qualité et même en quantité d'une manière corrélative. C'est à ce point de vue que Ritter (Paris, 1872) a étudié les modifications chimiques que subissent les sécrétions sous l'influence d'agents qui augmentent, annihilent ou modifient la capacité d'absorption du globule pour l'oxygène. — Il faut encore rapprocher de ces recherches celles de Manasseïn sur les dimensions des globules rouges du sang dans diverses conditions: Manasseïn a reconnu que les globules rouges diminuent de volume lorsqu'ils sont obligés de fournir aux tissus une grande quantité d'oxygène pour subvenir à des combustions exagérées (fièvre); ils augmentent de volume au contraire lorsqu'ils se trouvent au contact d'un milieu riche en oxygène ou lorsqu'ils sont dans des conditions défavorables pour en perdre (réfrigérants, quinine, alcool, acide cyanhydrique).

Enfin le rôle des globules rouges par rapport à l'oxygène fait du sang, suivant l'expression de P. Bert, un véritable *magasin d'oxygène combiné*. — Il en résulte que l'oxygène accumulé dans le sang par une série d'inspirations pourra permettre à un animal de subvenir lui-même à sa respiration pendant un certain temps, si le milieu extérieur respirable vient momentanément à lui faire défaut; c'est ainsi que les plongeurs ont soin, avant de s'aventurer sous l'eau, de faire préalablement quelques inspirations profondes et rapides. Il en résulte encore que la résistance d'un animal aux diverses causes d'asphyxie est en raison directe de la masse de

son sang ou plutôt de la quantité de ses globules: ainsi s'explique l'essoufflement habituel des anémiques; ainsi s'explique aussi la résistance que présentent à l'asphyxie les animaux plongeurs. P. Bert a démontré qu'à *poids égal* un canard renferme presque deux fois plus de sang qu'un poulet; aussi ce dernier animal plongé dans l'eau meurt au bout de 2 ou 3 minutes, tandis que le canard résiste jusqu'à 7 ou 8 minutes; en privant le canard de la moitié de son sang, on le rend aussi inapte que le poulet à faire le métier de plongeur.

Théorie de M. Pasteur sur le rôle de l'oxygène dans l'économie.

a. J'emprunte l'exposé de cette théorie à M. le docteur Victor Révillout (*Gaz. des hôp.*, 1879, n° 68).

M. Pasteur a signalé à l'attention de l'académie de médecine un chapitre de son dernier livre dans lequel il fait un pas décisif.

En voici l'idée capitale, telle que nous l'avons comprise.

L'homme, qui est au milieu de ferments étrangers, est composé lui-même de cellules-ferments, qui se comportent à la façon de cellules de levure de bière.

La levure de bière est anaérobie, elle fonctionne en dehors de l'air. Les cellules du corps humain sont également anaérobies.

Mais si l'oxygène n'intervient pas directement dans le fonctionnement des cellules de la levure et des autres ferments semblables, si même son intervention trop prolongée et à trop hautes doses aurait pour effet de troubler ce fonctionnement et la fermentation qui en résulte, en revanche, quand il intervient discrètement pendant un temps court, il est utile, en ce qu'il agit comme un excitant des cellules, lesquelles fonctionnent ensuite avec plus de vigueur.

C'est ce qu'on observe quand on suture du moût de raisin.

La fermentation devient plus active et plus rapide, les cellules de ferment ayant reçu de l'air et *respiré*, pour ainsi dire.

Tel serait aussi le secret de la respiration de l'homme et des animaux supérieurs.

L'oxygène, introduit sans cesse dans le sang par les mouvements respiratoires, n'aurait pas à y jouer un rôle capital, celui d'un agent intervenant directement dans des combustions et des combinaisons chimiques.

Il irait seulement exciter les cellules, dont le corps humain est

composé, de même que la levure de bière, et il les préparerait ainsi à un fonctionnement pour lequel elles devraient se passer de lui; car elles seraient anaérobies, comme les ferments alcooliques.

Ainsi la seule différence entre ces ferments alcooliques et la trame du corps humain, relativement à l'oxygène, ce serait un moindre besoin d'excitation pour les cellules constitutives de ces ferments que pour celles de la trame humaine.

Les premières pourraient se passer de cette sorte de coups de fouet, sauf à de très-longes intervalles; les dernières, au contraire, en exigeraient sans cesse, et c'est pourquoi la respiration ne saurait être interrompue sans qu'il en résultât des inconvénients graves.

Reproduisons textuellement un passage du discours dans lequel M. Pasteur développe cette idée. (*Académie de médecine*, 10 juin 1879.)

« Je suis très-porté à croire que, dans l'économie animale, l'oxygène n'agit pas seulement comme source d'oxygène qui s'absorbe et qui opère des combustions, mais qu'il donne aux cellules une activité, une jeunesse, si l'on peut se servir de cette expression, d'où elles tirent la faculté d'agir ensuite et aussitôt après, en dehors de l'influence de l'oxygène libre, à la manière des cellules-ferments.

« L'oxygène porté par les globules du sang n'irait donc pas opérer par tout le corps des combustions, mais donner seulement aux cellules des organes une excitation, un état de vigueur et de santé propre à les faire fonctionner comme des cellules anaérobies, c'est-à-dire vivant en dehors de toute participation du gaz oxygène libre et provoquant des phénomènes de fermentation. Sans cesse, dans le temps d'une inspiration et d'une expiration, l'oxygène communiquerait aux cellules l'activité dont il s'agit, suivie du fonctionnement de ces cellules comme cellules-ferments. Les combustions directes seraient de peu d'importance, excepté peut-être dans l'état de croissance des individus, c'est-à-dire quand il y aurait multiplication de cellules.

« La fermentation devient dans cet ordre d'idées un phénomène général, universel, propre à toutes les cellules vivantes, mais qui revêt un état habituel particulier dans les cellules des ferments, uniquement par cette circonstance que ces cellules peuvent vivre plus longtemps que les cellules des autres êtres en dehors de l'intervention du gaz oxygène libre. Mais tous les êtres seraient le siège de phénomènes de fermentation d'une durée variable avec les

conditions et la durée de la vie sans air, succédant à l'excitation donnée par le gaz oxygène. »

Ainsi le fonctionnement de toutes les cellules constitutives du corps humain, tous les phénomènes de la vie seraient, en dernière analyse, des phénomènes de la *vie sans air*.

L'air interviendrait comme un condiment intervient dans la nutrition, non comme un aliment réel, un réactif indispensable.

L'acide carbonique exhalé ne représenterait pas un dernier terme de son action dans l'organisme, une combustion achevée. Ce serait le produit d'un dédoublement tel qu'il s'en opère dans la fermentation alcoolique, alors que le sucre, digéré par les cellules du ferment, donne à la fois de cet acide carbonique et de l'alcool.

De même, la chaleur du corps humain ne résulterait en aucune façon d'oxydations, d'actions purement chimiques. Ce serait la chaleur des fermentations, celle du vin nouveau qui bouillonne, celle du fumier qui s'échauffe sous l'action des germes-cellules.

Déjà on avait depuis longtemps abandonné la première idée que l'on s'était faite après l'admirable découverte de Lavoisier. On ne croyait plus que les combustions dont on reconnaissait les deux termes dans l'air inspiré, puis expiré, s'opérassent dans les poumons mêmes. On savait que le sang, au lieu d'y acquérir de suite toute la chaleur à distribuer dans le corps entier, y éprouvait plutôt un refroidissement, résultant d'une évaporation rapide.

On admettait donc que l'oxygène, fixé sur les globules rouges et transporté avec eux dans la trame des tissus, y allait accomplir son rôle, opérant partout des combinaisons, des combustions, de la chaleur.

Mais voilà qu'aujourd'hui, suivant M. Pasteur, dans tous les cas où autrefois on aurait parlé de combustion, c'est fermentation qu'il faut dire.

« La plupart des phénomènes physiologiques », continue-t-il plus loin, « devraient être revisés à la clarté des vues que je viens d'exposer. Dans les applications qu'on en peut faire, je suis frappé de la simplicité des explications qu'elles suggèrent. Elles rendent compte des faits les plus obscurs pour la théorie de la combustion directe.

« a. Un muscle en activité produit un volume d'acide carbonique supérieur au volume d'oxygène absorbé dans le même temps. La consommation d'oxygène n'est donc pas en rapport exact avec

la production d'acide carbonique. Pour la théorie nouvelle, ce fait n'a rien que de naturel, puisque l'acide carbonique produit résulte d'actes de fermentation qui n'ont aucune relation nécessaire avec la quantité de gaz oxygène absorbée et fixée.

« *b.* On sait que dans les gaz inertes, dans l'hydrogène, l'azote, l'acide carbonique, le muscle peut se contracter et qu'il produit alors de l'acide carbonique. Ce fait est une conséquence obligée de la prolongation de la vie des cellules dans leur état anaérobie, sous l'influence de l'excitation qu'elles ont reçue antérieurement du contact du gaz oxygène apporté par les globules du sang. Il est inexplicable dans les théories des combustions respiratoires.

« *c.* Les muscles ont, après la mort et dans l'asphyxie, une réaction acide. On le comprend aisément si des actes de décomposition et de fermentation s'accomplissent et se prolongent au delà de la vie dans toutes les cellules fonctionnant comme cellules anaérobies.

« *d.* On asphyxie un animal, et l'on constate que sur l'heure sa température augmente, tandis qu'elle devrait diminuer aussitôt par la suppression des combustions, si la chaleur était la conséquence de ces combustions. Quoi de plus naturel que ce fait, au contraire, si l'on considère que le corps de l'animal asphyxié est livré, sans travail musculaire quelconque, à des phénomènes de fermentation qui dégagent de la chaleur ?

« *e.* La fièvre elle-même, dont l'explication est si difficile aujourd'hui, ne sera-t-elle pas envisagée dans l'avenir comme un des effets d'un trouble survenu dans le fonctionnement des cellules anaérobies du corps, d'où résulterait une exaltation des fermentations qu'elles provoquent ? »

***b.* Transport de l'acide carbonique.**— Le sang ramène l'acide carbonique des tissus vers le poumon. Mais ici les globules rouges n'interviennent pas. L'acide carbonique est tout entier contenu dans le plasma, partie à l'état de dissolution, partie à l'état de combinaison avec les phosphates et les carbonates alcalins dont il complète la saturation (E. Fernet, P. Bert). Ce sang, ainsi chargé d'acide carbonique, constitue le sang veineux dont on connaît la coloration brun noirâtre; la différence essentielle entre le sang artériel et le sang veineux consiste précisément dans la prédominance de l'oxygène dans le premier, de l'acide carbonique dans le second.

Nous verrons plus loin comment l'acide carbonique est chassé du sang au niveau de la surface pulmonaire.

3^e Rôle du poumon dans la respiration.

Nous devons rechercher maintenant de quelle façon s'opèrent les échanges gazeux entre le sang et l'air atmosphérique. Nous allons décrire en d'autres termes cet ensemble de phénomènes, à l'exposé desquels la plupart des traités de physiologie restreignent l'étude de la *respiration*, mais qu'il nous a semblé plus logique de présenter comme n'en constituant qu'un épisode.

Ces phénomènes ont leur siège principal dans le *poumon*, et en particulier à la *surface pulmonaire*; on verra bientôt ce qu'il faut entendre par ce dernier terme.

Vue générale de la fonction pulmonaire.— Nous n'avons pas à insister ici sur l'anatomie proprement dite du poumon, sur les propriétés et la structure de cet organe. (Voir mon *Anatomie descriptive et dissection*, 3^e édition).

Nous rappellerons seulement que, chez l'homme et chez les animaux supérieurs, le poumon est essentiellement constitué par de



FIG. 102. — Ramifications bronchiques et lobules situés à leurs extrémités.

nombreux canaux qui se divisent et se subdivisent (bronches de moyen et de petit calibre), pour se continuer enfin avec des