

ces termes, la question physiologique n'est vraiment pas résolue ; il faut entrer dans la constitution même de l'organisme élémentaire de la levûre, y trouver les matières qui possèdent les propriétés chimiques de dissocier les éléments du sucre ; il faut réduire en un mot la fermentation à une cause chimique et non à une cause vitale, et ce qui prouve qu'il doit en être ainsi, c'est que les produits de cette fermentation, alcool et acide carbonique, se font par d'autres procédés en dehors de la vie.

Je ne cesserai de le répéter, faisons tous nos efforts pour supprimer les forces vitales dans tout ce qui est manifestation des phénomènes de la vie. Et, en effet, si nous voulons admettre une force vitale organisatrice, il faut savoir que les tissus, une fois formés, agissent, soit mécaniquement, soit physiquement. En d'autres termes, nous devons continuer nos études sans relâche et ne nous arrêter que lorsque nous serons arrivés à ramener aux lois physico-chimiques l'expression de tous les phénomènes de la vie.

Je vous ai dit il y a un instant qu'il existait dans les globules deux substances principales de nature albuminoïde, l'hémoglobine et la globuline. Or, l'expérience nous a indiqué que l'hémoglobine est la matière la plus importante et celle qui joue le plus grand rôle dans les phénomènes physiologiques que les globules sont appelés à accomplir. L'hémoglobine qui donne aux globules leur couleur rouge infiltre la substance des globules du sang, et l'on peut l'en extraire par des moyens purement mécaniques. Il suffit pour cela de plonger quelque temps les globules dans l'eau : l'hémoglobine ou matière colorante se dissout

et les globules deviennent incolores. En cet état il est difficile de les apercevoir, mais on peut les rendre visibles en ajoutant à l'eau un peu d'iode qui les colore aussitôt en jaune. On peut donc aisément séparer cette substance par des procédés purement mécaniques qui ne l'altèrent pas. Mais on arrive au même résultat en détruisant les globules par d'autres procédés, soit en soumettant le sang à la gelée, soit en faisant passer des courants électriques dans ce liquide, soit enfin par l'éther, et peut-être encore par bien d'autres agents. L'hémoglobine, séparée des globules, cristallise sur les parois du verre qui la renferme, comme le font toutes les substances chimiques (1).

Dans cet état, on peut la dissoudre dans l'eau et opérer sur cette dissolution, comme sur les globules eux-mêmes.

Le rôle que joue cette substance dans les globules est un rôle purement chimique. L'expérience a montré que

(1) On prépare d'ordinaire l'hémoglobine de la manière suivante : On verse de l'éther goutte à goutte dans du sang défilbriné, en agitant sans cesse ; quand le liquide, devenu transparent et sirupeux, a pris une couleur rouge foncée, on le laisse déposer à une température de 0 degré. Il se forme bientôt une masse pulpeuse de cristaux d'hémoglobine.

Outre l'hémoglobine cristallisée, il reste encore dans la liqueur mère une certaine quantité d'hémoglobine amorphe. Les sangs de rat, d'écureuil, de cochon d'Inde, de chien, donnent une grande proportion d'hémoglobine cristallisée. Les sangs d'homme, de bœuf, de mouton, de porc, donnent beaucoup plus d'hémoglobine amorphe.

Ces cristaux présentent des formes particulières selon les animaux ; prismatiques chez l'homme, ils forment des tétraèdres chez le cochon d'Inde, tandis qu'ils affectent une forme hexagonale chez l'écureuil.

Par l'action des acides et des alcalis caustiques, l'hémoglobine se dédouble en deux composés, dont l'un, l'hématine, est vert par transparence, rouge brun par réflexion ; l'hématine contient tout le fer de l'hémoglobine. C'est un corps amorphe, mais qui forme un sel (*chlorure d'hématine* ou hémine), très-nettement cristallisable ; la production d'hémine sert à caractériser une tache de sang.

les globules du sang dissolvent l'oxygène en grande quantité; mais on a longtemps discuté la question de savoir si cet oxygène est retenu en simple dissolution dans ces globules ou bien s'il est retenu en combinaison par leur substance. Cette question est jugée maintenant, et l'on sait que l'oxygène forme une véritable combinaison, quoique faible, avec l'hémoglobine des globules. On savait du reste, par des expériences déjà anciennes, que le sang froid dissout moins d'oxygène que lorsqu'il est chaud, et le contraire devrait avoir lieu dans le cas d'une simple dissolution de ce gaz dans les globules.

Il se fait ici une véritable combinaison entre l'oxygène et l'hémoglobine, et, en effet, si l'on extrait, comme nous l'avons dit précédemment, cette substance des globules, on voit qu'elle a conservé ses propriétés d'absorber l'oxygène (1).

On peut donc résumer en peu de mots les fonctions des globules et dire : ce sont des éléments organiques vivants, se reproduisant sans cesse et mourant au sein même du plasma dans lequel ils existent : en vertu de leur constitution chimique, ils renferment une matière dont le rôle est de dissoudre, de fixer l'oxygène de l'air pour le transporter ensuite avec eux dans le torrent de la circulation.

Arrivant maintenant à l'action de l'oxyde de carbone

(1) Si l'on agite de l'hémoglobine, séchée dans le vide, avec de l'eau saturée d'oxygène, on observe que 100 grammes d'hémoglobine prennent ainsi 130 centim. cubes d'oxygène (Preyer). L. Hermann a trouvé que 1 gramme d'hémoglobine peut se combiner avec 1^{cc},3 d'oxygène. On a prétendu que l'oxygène combiné avec l'hémoglobine était à l'état d'ozone, mais il a été impossible aux chimistes de donner une preuve irréfutable de la présence de l'ozone dans le sang.

sur l'hémoglobine elle-même, nous savons que l'expérience a montré que cette substance a une très-grande affinité pour l'oxyde de carbone avec lequel elle forme une véritable combinaison chimique. Nous savons, en outre, que cette combinaison est beaucoup plus stable que celle que forme l'hémoglobine avec l'oxygène; de telle sorte que l'oxyde de carbone a la propriété de chasser l'oxygène de sa combinaison et de se substituer chimiquement à lui volume à volume. Cette nouvelle combinaison chimique, relativement très-stable, cristallise aisément. Enfin, l'oxygène est sans action sur cette combinaison que forme l'hémoglobine avec l'oxyde de carbone.

Ces phénomènes sont maintenant bien précisés : ils ont été étudiés avec beaucoup de soin en Allemagne par un chimiste physiologiste, M. Hoppe-Seyler, qui a examiné très-complètement toutes les combinaisons cristallines que l'hémoglobine forme avec les divers gaz, et entre autres l'oxygène, l'oxyde de carbone et le bioxyde d'azote, etc. Ce dernier gaz est encore celui qui donne la combinaison la plus stable, car il peut déplacer l'oxyde de carbone de sa combinaison avec l'hémoglobine.

Quand on emploie l'éther pour détruire les globules rouges (préparation de l'hémoglobine), cette destruction se produit avec une égale facilité et dans le même temps, que le sang soit saturé d'oxygène ou d'oxyde de carbone. Au moment où les globules sont détruits et où le sang est devenu transparent, on reconnaît encore les différences de teinte du sang renfermant ces deux gaz. La cristallisation de l'hémoglobine contenue en dissolution dans le sang couleur de laque s'effectue avec la même facilité que dans

les deux sangs. Les cristaux de l'hémoglobine combinée avec l'oxyde de carbone sont alors d'un rouge violacé, tandis que les cristaux d'hémoglobine combinée avec l'oxygène sont d'un rouge ocreux. Cette différence de coloration est surtout bien marquée dans les cristaux tétraédriques de l'hémoglobine du cochon d'Inde.

La question si complexe de l'asphyxie par le charbon se trouve donc dès à présent ramenée à un phénomène chimique simple et bien défini.

J'ai beaucoup insisté, et à dessein, sur cette partie chimique de la question qui nous occupe, parce que nous pouvons trouver dans cette action curieuse de l'oxyde de carbone que nous venons d'étudier un exemple remarquable qui nous montre jusqu'à quelle limite il faut pousser les investigations dans les recherches physiologiques.

Mais on n'arrive là que par une méthode expérimentale, analytique, complexe et longue. Avant d'en arriver aux éléments, il faut porter l'analyse expérimentale sur les appareils, les organes, les tissus et jusque dans les éléments des tissus eux-mêmes. Ainsi, nous savons maintenant que le grand principe est de ne s'arrêter que lorsqu'on est arrivé à donner, des phénomènes que l'on étudie, l'explication physico-chimique qui leur convient.

Tel est le résultat auquel nous sommes arrivés aujourd'hui pour l'asphyxie par la vapeur du charbon, et tel est le but que l'on doit toujours chercher à atteindre dans toutes les études physiologiques.

CINQUIÈME LEÇON

SOMMAIRE : Marche de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone. — Effet anesthésique de l'oxyde de carbone : il n'y a pas là une anesthésie proprement dite. — Signes qui permettent de reconnaître l'asphyxie par les vapeurs de charbon, — Examen spectroscopique du sang ; divers spectres de l'hémoglobine oxygénée, réduite ; de l'hémoglobine oxycarbonée. — Applications médico-légales de ces recherches. — Étude de l'absorption et de l'élimination de l'oxyde de carbone. — Théorie des symptômes observés dans l'asphyxie par l'oxyde de carbone.

MESSIEURS,

Connaissant la nature chimique, le fait intime, le dernier terme auquel puisse être réduite l'étude de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, nous pouvons maintenant étudier la marche de cet empoisonnement et nous rendre compte de tous les phénomènes qu'il présente. En même temps s'offre à nous une question relativement incidente, mais d'une haute importance au point de vue médico-légal : la question de reconnaître et de caractériser un empoisonnement par l'oxyde de carbone.

Quand on asphyxie un animal comme nous le faisons ici devant vous, comment se présente cette asphyxie ; quels sont les symptômes qui l'accompagnent ? Puis ces symptômes une fois bien constatés, il faudra essayer de nous en rendre compte physiologiquement.

L'animal perd d'abord sa sensibilité, puis il tombe : je dois vous signaler particulièrement ce fait d'insensibilité ;