

ne veulent que des phénomènes physiques de mouvement, d'endosmose, de capillarité, etc., causant des dérangements dans l'équilibre des liquides, ou bien des altérations des propriétés physiques de la matière.

Dans les théories vitales on fait intervenir des forces particulières qui régiraient les corps vivants. Les spéculations des vitalistes portent sur les dérangements survenus dans les agents qui concourent aux manifestations de cette force ou dans cette force elle-même.

Ces diverses théories comptent toutes des jours de faveur; leur histoire est à peu près celle des sciences médicales: aussi consacrerai-je la prochaine leçon à détacher de chacune d'elles quelques faits capables de vous en faire apprécier le caractère.

QUATRIÈME LEÇON.

12 MARS 1856.

SOMMAIRE : Des théories d'ordre mécanique par lesquelles on a cherché à expliquer les effets des substances introduites dans l'économie. — Expériences sur l'écoulement des liquides dans des tubes inertes, dans des tubes organisés, dans les vaisseaux d'un animal vivant. — Conclusions. — Conséquences de ces conclusions. — De l'endosmose. — Actions purgatives par endosmose. — Contre-poisons endosmotiques. — Des théories physiques.

MESSIEURS,

Dans les leçons précédentes, nous avons longuement insisté sur ce fait, qu'il est nécessaire, pour que les matières étrangères à l'organisme produisent leur action toxique ou médicamenteuse, qu'elles arrivent dans le système artériel.

Une fois entrées dans le système artériel, ces substances n'agissent pas de la même façon sur tous les organes. Et il est probable qu'on démontrerait cette localisation en injectant la substance uniquement dans le tronc artériel qui se rend à chaque organe, et étudiant la variété des effets qu'elle produit selon qu'on l'envoie à un tissu ou à un autre. Quelque intérêt qu'offre cette question des spécialités d'actions, je ne puis aujourd'hui que vous l'indiquer. C'est à propos de chaque substance étudiée en particulier que l'on aurait à l'envisager. Je vous la signale seulement ici comme un des points du programme que ces généralités ont pour but de donner aux recherches particu-

lières que nous aurons à faire, plutôt que pour combler une lacune dans un plan général.

Je vous disais à la fin de la leçon précédente que les manifestations toxiques produites par l'ingestion de substances étrangères à l'organisme avaient, comme les phénomènes physiologiques de la vie, été considérées à trois points de vue, suivant que les auteurs qui s'en occupaient s'étaient attachés plus particulièrement, quelquefois même exclusivement, à les expliquer par l'intervention de forces d'ordre mécanique ou physique, d'ordre chimique ou d'ordre vital.

Mon intention n'est pas de passer en revue toutes les théories qui, parmi celles qui ont été émises à diverses époques, se distinguent par l'exclusivisme des procédés qu'elles invoquent. Je veux seulement choisir quelques exemples parmi les plus propres à vous faire saisir l'esprit des tentatives faites dans les différentes directions.

Il y a longtemps qu'on a, pour la première fois, considéré les médicaments et les poisons comme des substances dont l'action sur les phénomènes de la vie se produisait par les changements de quelque une des conditions physiques auxquelles ils sont liés. Borelli, Boerhaave étaient déjà dans ces vues; mais c'est aux physiologistes physiiciens modernes que nous emprunterons des exemples, parce que leurs théories sont appuyées par des expériences plus précises et plus complètes.

Nous savons, par exemple, que le mélange de certaines substances avec les liquides animaux peut modifier les lois de leur écoulement dans des tubes inertes. Nous connaissons les effets de perméabilité donnant lieu

à des courants réciproques, effets auxquels on a donné le nom d'endosmose. Les phénomènes physiques que nous venons de citer ont servi de point de départ pour l'explication d'actions toxiques et médicamenteuses, sur lesquelles nous allons nous arrêter.

Les théories par lesquelles M. Poiseuille (1) a cherché à expliquer l'action des substances toxiques et médicamenteuses sont précisément de cet ordre, et elles ont eu pour point de départ des expériences fort intéressantes et instituées avec beaucoup de soin sur l'endosmose et sur l'écoulement des liquides.

Dans une première série d'expériences sur l'écoulement des liquides, M. Poiseuille s'est servi d'un tube de verre *aef* (fig. 1), portant dans son trajet une cuvette arrondie en ampoule A, ensuite recourbé et terminé par un prolongement *df* d'un diamètre intérieur capillaire. Un robinet, placé au-dessus d'un réservoir d'air M, permet de faire agir une pression déterminée sur le liquide, et d'arrêter l'écoulement en la faisant cesser à un moment voulu. Cet écoulement se fait dans un vase plein d'eau par le tube capillaire *f* dont le diamètre, d'une fraction de millimètre, est indiqué à propos de chaque expérience.

Première série d'expériences. — Expériences faites dans des tubes inertes.

a. M. Poiseuille a d'abord étudié, avec l'appareil décrit plus haut, l'influence sur l'écoulement de l'eau, puis son mélange avec diverses substances.

(1) *Rech. expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de petits diamètres.* Paris, 1844, in-4.

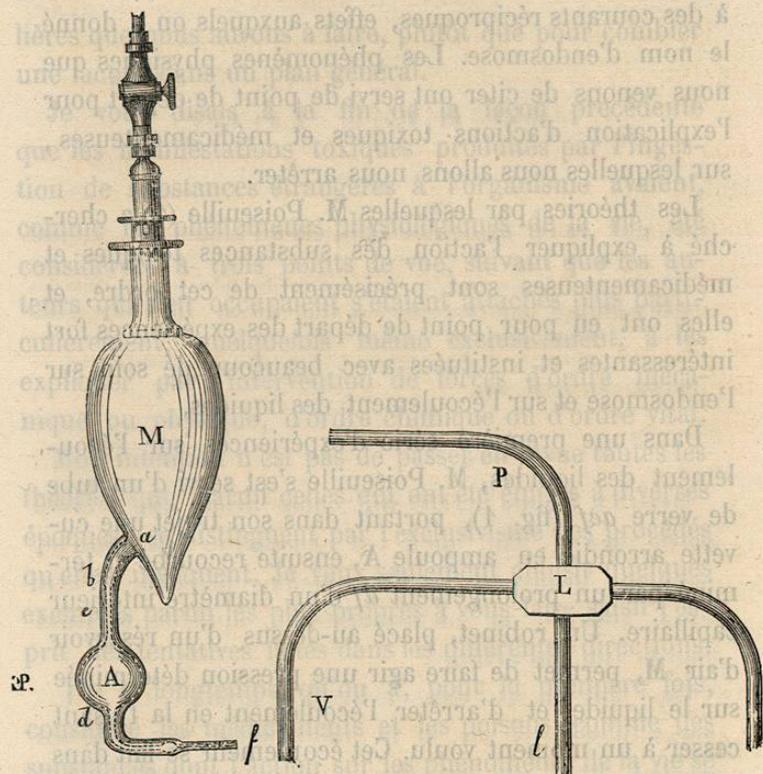


FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 1. — *af*, tube capillaire à travers lequel se fait l'écoulement ; — A, ampoule pleine de liquide qui doit s'écouler de *b* en *d* ; — M, réservoir d'air ; — R, robinet pouvant mettre l'appareil M en communication : 1^o avec une pompe aspirante pour le remplir de liquide jusqu'au-dessus de *b* ; — 2^o avec un tube B (fig. 2), conduisant à un réservoir qui communique par les tubes *l* avec une pompe foulante qui envoie l'air, et par le tube P avec un réservoir de 60 litres où la pression devient sensiblement uniforme ; un manomètre à air libre accuse cette pression.

FIG. 2. — La pression est maintenue égale dans un réservoir d'air M, par la communication au moyen du tube V de ce réservoir avec un grand réservoir d'air de 60 litres, pour uniformiser la pression. Le tube V se rend dans le petit réservoir M ; le tube B se rend dans le grand réservoir d'air de 60 litres ; le tube *l* communique avec une pompe foulante, pour faire entrer l'air et l'amène à une tension déterminée ; le tube P communique avec un manomètre à air libre, pour indiquer la pression dans le réservoir d'air. L, croisement des conduits.

La capacité de l'ampoule A, qui est placée au-dessus du tube *df* et au-dessous du réservoir d'air M, étant de 29^{cc},3, la longueur du tube D étant 0^m,115, la pression par laquelle on déterminait l'écoulement équivalant à une colonne de mercure de 0^m,147, le diamètre intérieur du tube capillaire étant 0^m,17 et la température étant de 16 degrés centigrades, on fit successivement écouler par le tube capillaire de l'eau distillée et de l'eau tenant en dissolution d'abord un cinquième, puis un dixième d'azotate de potasse. Dans ces divers cas, l'écoulement dura, pour :

Eau distillée.....	411 ^m 46 ^s
Azotate de potasse à 1/50....	109 28
— — — à 1/10....	107 34

Puisque l'écoulement a été plus rapide dans les deux dernières expériences, l'azotate de potasse semble favoriser l'écoulement de l'eau qui le tient en dissolution.

b. Dans les mêmes conditions que précédemment, la température ambiante seulement étant descendue à 12^o,77, l'écoulement a été, pour :

Eau distillée.....	123 ^m 38 ^s
Eau et acétate d'ammoniaque 1/50..	122 25

L'acétate d'ammoniaque dans les tubes capillaires semble donc activer aussi l'écoulement des liquides.

Ainsi voilà deux substances qui activent l'écoulement de l'eau. Nous allons voir l'alcool le retarder.

c. Dans les expériences suivantes, les conditions ont été changées ; mais chacune portant avec elle sa conclusion propre, la signification des résultats reste la même.

La capacité de l'ampoule A étant 13^{cc},5, la pression équivalant à 140 millimètres de mercure, la

température à 10 degrés, la longueur du tube à 245 millimètres, le diamètre du tube capillaire à 0^m,36.

Dans ces conditions, l'écoulement de l'eau alcoolisée fut beaucoup moins rapide que celui de l'eau pure.

En voici les résultats :

Eau distillée	8 ^m 43 ^s
Alcool anhydre	11 22
Alcool à 1/3 d'eau	22 46
— à 3/4 d'eau	24 4
— à 5/6 d'eau	20 37
— à 9/10 d'eau	14 1
— à 18, 19 d'eau	11 34

La conclusion à tirer de ces expériences est que l'alcool retarde manifestement l'écoulement.

On peut certainement objecter aux expériences précédentes que les choses ne sauraient se passer dans l'organisme comme dans des tubes inertes. Aussi M. Poiseuille ne s'en est-il pas tenu là, et s'est-il rapproché graduellement des conditions organiques du phénomène physiologique.

Deuxième série d'expériences. — Dans cette deuxième série d'expériences, un premier pas est fait vers la réalisation des conditions ordinaires du phénomène à l'étude. Le sérum va remplacer l'eau, et c'est avec ce liquide que vont être mélangés les médicaments qui modifient l'activité circulatoire.

a. Et d'abord il faut avant tout savoir que le sérum coule plus lentement que l'eau.

Dans un tube différent du précédent, d'une longueur de 25 millimètres et analogue à celui de la figure 3, le sérum a été préalablement étendu de son poids d'eau.

L'ampoule mesurait 3^{cc},75 sous une pression de

2020 millimètres d'eau ; le tube capillaire offrant un diamètre de 0^{mm},175, on a trouvé pour les durées de l'écoulement :

Eau distillée	37 ^m 4 ^s
Sérum d'homme	68 10
Autre sérum	71 25

La densité du premier sérum était 1,02875, celle du second 1,030237.

On voit que l'eau coule presque deux fois aussi vite que le sérum.

b. Les conditions de l'expérience restant les mêmes, sauf la pression, qui était devenue 2032 millimètres d'eau, M. Poiseuille opéra sur de l'azotate de potasse ajouté au sérum. Voici les durées de l'écoulement pour des proportions diverses de ce sel :

Sérum (densité : 0,030327)	70 ^m 44 ^s
— plus azotate de potasse 1/100	68 10
— — — 4/100	65 35
— — — 10/100	63 7

c. Les conditions restant les mêmes, des essais faits avec l'acétate d'ammoniaque donnent :

Sérum (densité : 1,03174)	69 ^m 44 ^s
— plus acétate d'ammoniaque 4/100	68 34
— — — 12/100	66 12

d. Pour pousser jusqu'au bout la comparaison entre l'eau et le sérum, il restait à essayer l'alcool.

Toutes les autres conditions subsistant les mêmes, et la pression devenant 2025 millimètres d'eau distillée, on trouva :

Sérum (densité : 1,030237)	59 ^m 46 ^s
Sérum plus alcool 2/100	69 24

Dans cette expérience, l'alcool est très-affaibli.

Cette deuxième série d'expériences avec le sérum conduit donc aux mêmes conclusions que la première.

L'azotate de potasse, l'acétate d'ammoniaque et l'alcool ont agi sur le sérum comme sur l'eau, les deux premiers en facilitant son écoulement, l'alcool en le retardant.

Troisième série d'expériences. —

M. Poiseuille ne s'en est pas tenu à ces résultats; il a voulu savoir si dans les tubes capillaires des organes les choses se passeraient de même.

Pour s'en assurer, il s'est servi (fig. 3) d'un tube T dont l'extrémité O était de 3 à 4 millimètres de diamètre engagée dans une artère rénale. Le liquide s'écoulait par la veine après avoir traversé les capillaires du rein sous une pression notée plus loin. Dans ces expériences, il est indispensable de modifier par certaines précautions le procédé opératoire. Après la mort, le sang se coagule et obstrue les capillaires de

caillots qui s'opposeraient à leur perméabilité, si l'on n'avait soin d'enlever le rein immédiatement après avoir sacrifié l'animal, et de chasser le sang qui s'y trouve par une injection de sérum tiède. L'eau ne saurait être employée pour cette injection, parce qu'elle traverse les parois des capillaires et infiltre l'organe, dont les vaisseaux cessent alors d'être perméables.

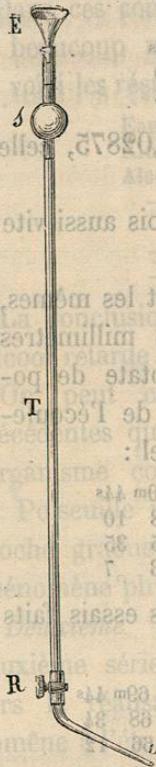


FIG. 3.

a. La pression du liquide en mouvement étant celle d'une colonne de sérum de 1835 millimètres de hauteur, pression qui, d'après M. Poiseuille, équivaut à celle que déterminent les impulsions du cœur gauche. La température étant 13°,5, l'ampoule étant de 90 centimètres cubes, le temps de l'écoulement a été de :

Sérum pur.....	3m 9s
— (2 ^e expérience).....	3 8
— (3 ^e expérience).....	3 8
Même sérum additionné de 1/75 de son poids d'acétate d'ammo- niaque.....	2 49
Même sérum (2 ^e expérience)....	2 37
— (3 ^e expérience)....	2 37

La température ayant baissé à 11°,75, les autres conditions restant les mêmes, on a trouvé :

Sérum pur.....	1m 2s
Sérum plus 1/100 azotate de potasse..	0 53

La température étant de 12°,5, l'alcool a donné le résultat suivant :

Sérum.....	1m 9s
Sérum plus 1/100 alcool.....	1 22

M. Poiseuille a obtenu des résultats analogues en répétant ces expériences sur les vaisseaux de différents organes.

Les substances en expérience agissent donc sur l'écoulement des liquides dans les capillaires organisés séparés du corps comme elles agissent dans les tubes de verre.

Pour se mettre à l'abri de l'objection que nous avons signalée, et qui ne laisserait à ces expériences que la