

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-CINQUIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16,
près la rue des Mathurins.

1827.

NOUVELLES *Observations sur l'Endosmose et l'Exosmose, et sur la cause de ce double phénomène.*

Par M. DUTROCHET, Correspondant de l'Institut, etc.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 23 juillet 1827.)

LORSQUE deux liquides de densité ou de nature chimique différentes sont séparés par une cloison mince et perméable, il s'établit au travers de cette cloison deux courans dirigés en sens inverse et inégaux en force. Il en résulte que le liquide s'accumule de plus en plus au côté vers lequel est dirigé le courant le plus fort. Ces deux courans existent dans les organes creux qui composent les tissus organiques, et c'est là que je les ai désignés sous les noms d'*endosmose* et d'*exosmose*. Mes expériences m'ont prouvé que ce phénomène n'est pas produit exclusivement par les membranes organiques. Les plaques poreuses inorganiques très-minces le produisent également. L'extrême minceur de la cloison perméable est une condition nécessaire pour la production du phénomène, qui ne se manifeste point, par exemple, lorsque la cloison perméable aura 4 millimètres d'épaisseur, mais qui aura lieu lorsque cette

cloison ne sera épaisse que de 1 millimètre. Or, cependant, dans ces deux circonstances, les plaques poreuses auront eu une action capillaire égale, c'est-à-dire qu'elles auront été susceptibles de transmettre par filtration une égale quantité d'eau dans un temps donné. Le rapprochement considérable des deux liquides hétérogènes paraît donc être une des conditions nécessaires pour la production du phénomène, lequel ne dépend point de la seule capillarité, comme l'a prétendu un célèbre mathématicien, dont je vais ici retracer sommairement la théorie (1). Lorsque deux liquides de densités différentes, et dont la hauteur est en raison inverse de la densité, sont séparés par une cloison dont les canaux capillaires sont perméables à ces liquides, la pression exercée sur les orifices de ces canaux est égale de chaque côté; mais la force capillaire étant inégale aux deux bouts du canal, il en résulte que le liquide soumis à la plus forte action capillaire remplira le canal entier. Alors ce filet de liquide se trouve sollicité par deux forces opposées; 1^o l'attraction du liquide auquel il appartient; 2^o l'attraction du liquide différent situé du côté opposé. Or, cette dernière attraction étant supérieure à la première, il en résultera que le filet de liquide contenu dans le canal capillaire s'écoulera sans discontinuité dans le sens où il est sollicité par la plus forte attraction, et augmentera ainsi continuellement la

(1) Note sur des Effets qui peuvent être produits par la capillarité et l'affinité des substances hétérogènes; par M. Poisson. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. xxxv, p. 98.)

masse du liquide vers lequel il se trouve attiré. Cet effet continuera d'avoir lieu jusqu'à ce que la différence des pressions que les deux liquides exercent en raison de leur hauteur, soit égale à celle des attractions exercées par ces deux liquides sur le filet de liquide contenu dans le canal capillaire.

Il résulte de cette théorie mathématique, qu'il ne doit exister qu'un seul courant au travers de la cloison qui sépare les deux fluides hétérogènes, et que ce courant unique doit être dirigé vers celui des deux liquides qui est doué de la plus grande force d'attraction. Or, l'observation prouve qu'il existe au travers de la cloison séparatrice deux courans opposés et inégaux en force. Ce fait, à lui seul, suffit pour infirmer la théorie de M. Poisson, et pour prouver que c'est à une autre cause que celle qu'il a indiquée qu'il faut attribuer le phénomène dont il est ici question.

Des preuves nouvelles de cette vérité seront fournies par les observations que je vais rapporter.

Si l'endosmose et l'exosmose sont des phénomènes dus à la capillarité, il doit exister un rapport constant entre la hauteur à laquelle les différens liquides s'élèvent dans un même tube capillaire, et la manière dont ils se comportent par rapport à l'endosmose et à l'exosmose. Pour rendre ici les idées plus faciles à saisir, ne considérons que le seul phénomène de l'accumulation du liquide qui a lieu de l'un des côtés de la cloison séparatrice, et voyons si cette accumulation a toujours lieu du côté où existe le liquide dont le pouvoir ascendant dans les tubes capillaires est le moins considérable, comme le suppose la théorie de M. Poisson, et

comme cela a lieu effectivement dans beaucoup de circonstances.

En général, plus un liquide est dense, moins il s'élève dans un tube capillaire; mais la densité n'est pas ici la seule cause qui détermine la moindre ascension du liquide; on sait que certains liquides très-peu denses s'élèvent cependant très-peu dans les tubes capillaires. C'est ainsi que l'alcool et l'ammoniaque, quoique moins denses que l'eau, s'élèvent cependant bien moins que ce dernier liquide dans les tubes capillaires. Ainsi les qualités chimiques du liquide produisent ici le même effet que son excès de densité. Or, j'ai observé que lorsque l'eau pure est mise en rapport, au moyen d'une cloison séparatrice membraneuse, avec un liquide dont l'ascension dans les tubes capillaires est moindre que celle de cette même eau pure, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté où se trouve le liquide *le moins ascendant* dans les tubes capillaires. Ainsi il se trouve ici un rapport constant entre le phénomène de l'accumulation du liquide et le phénomène de l'attraction capillaire. Etudions actuellement d'autres liquides.

La hauteur de l'ascension de l'eau distillée dans un tube capillaire, étant représentée par.....	100,
L'huile d'olive s'élève dans le même tube à..	67;
L'huile essentielle de lavande s'élève à.....	58;
L'alcool à 36 degrés s'élève à.....	47.

L'huile d'olive étant mise en rapport, au moyen d'une cloison séparatrice membraneuse, avec l'huile essentielle de lavande, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté où se trouve l'huile d'olive, c'est-

à-dire, du côté où se trouve le liquide *le plus ascendant* dans les tubes capillaires. Cette action, qui est très-faible, a besoin, pour devenir appréciable, d'une température qui ne soit pas inférieure à 15 degrés R.

Si par le même moyen on met en rapport l'huile essentielle de lavande avec l'alcool, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté de l'huile essentielle, c'est-à-dire, du côté où se trouve le liquide *le plus ascendant* dans les tubes capillaires. Cette action est plus énergique que la précédente. L'huile essentielle de térébenthine se comporte, dans ces expériences, comme l'huile essentielle de lavande, et je pense qu'il doit en être de même des autres huiles essentielles.

Dans ces dernières expériences, nous observons entre l'accumulation du liquide et l'action capillaire, un rapport nouveau et inverse de celui qui a été noté plus haut. En effet, dans les premières expériences, l'accumulation du liquide a lieu du côté où se trouve le liquide *le moins ascendant* dans les tubes capillaires, tandis que dans les secondes expériences, cette même accumulation du liquide a lieu, au contraire, du côté où se trouve le liquide *le plus ascendant* dans les tubes capillaires. Ainsi il est démontré que l'accumulation des liquides, dans les expériences dont il s'agit, n'est point dans un rapport constant avec la manière dont ces mêmes liquides se comportent par rapport à l'attraction capillaire, et il en résulte, en définitive, que l'action capillaire n'est point la cause de ce phénomène d'accumulation. Ce fait et celui de l'existence simultanée de deux courans inégaux dirigés en sens inverse au travers de la cloison séparatrice, prouve complète-

tement l'impuissance de la théorie mathématique au moyen de laquelle M. Poisson croit pouvoir expliquer le phénomène dont il est ici question. Il reste à déterminer si l'affinité qui peut exister entre des liquides hétérogènes est la cause de ce phénomène. Cette question se trouve résolue par une expérience que j'ai rapportée dans mon ouvrage (1), et que je dois rappeler brièvement ici. Si on met de l'albumen d'œuf dans un large tube de verre, et que l'on fasse couler par dessus avec précaution de l'eau pure, il ne se fera aucun mélange de ces deux liquides; on verra parfaitement la ligne de démarcation qui les sépare. Or, cette ligne de démarcation ne variera point; il n'y aura aucune augmentation de volume de l'albumen quel que soit le temps que durera cette expérience. Ceci prouve invinciblement que l'albumen n'a aucune affinité pour l'eau qui le recouvre. Or, lorsque ces deux substances sont séparées par une membrane, l'eau traverse cette dernière pour s'accumuler du côté de l'albumen avec lequel elle se mêle alors. C'est donc à une autre cause qu'à l'affinité réciproque des liquides, qu'il faut attribuer ce phénomène. Pour moi, je persiste à penser que sa cause est l'électricité, tout en convenant cependant que cette électricité ne manifeste point du tout sa présence au galvanomètre, ainsi que je m'en suis assuré par diverses tentatives. Il y a plusieurs manières de concevoir la formation de cette électricité. J'ai d'abord été porté à penser qu'elle naissait du rapprochement des

(1) *L'Agent immédiat du mouvement vital dévoilé, etc.*, p. 122.

deux liquides hétérogènes que sépare imparfaitement la cloison perméable qui leur est interposée ; mais alors les deux liquides devraient, ce me semble, posséder une électricité différente, ce que le galvanomètre ne manifeste point. Il me paraît donc assez probable que cette électricité résulte du contact des liquides sur la cloison séparatrice. On sait par les expériences de M. Becquerel, que le contact des liquides sur les corps solides produit de l'électricité : ainsi, dans cette circonstance, le contact des deux liquides différens sur les deux faces opposées de la cloison séparatrice produira deux degrés différens d'électricité, laquelle sera, par conséquent, plus forte d'un côté que de l'autre ; c'est probablement de cette double action électrique que résultent les deux courans opposés et inégaux en intensité qui traversent la cloison séparatrice. Ce qu'il y a de certain, c'est que ce phénomène cesse d'avoir lieu lorsque les deux faces opposées de la cloison séparatrice ne sont plus en contact immédiat qu'avec un seul des deux fluides différens, comme le prouve l'expérience suivante. Un tube de verre muni d'un évasement terminal, lequel était bouché par une plaque d'argile blanche cuite (terre de pipe) d'un millimètre d'épaisseur, fut rempli avec une solution de gomme arabique, et plongé ensuite dans l'eau au-dessus de laquelle la partie vide du tube s'élevait verticalement. L'endosmose eut lieu et le liquide gommeux s'éleva graduellement dans le tube. Quelques heures après, l'ascension du liquide s'arrêta et bientôt il commença à descendre. Ayant retiré l'appareil de l'eau, je m'aperçus que la plaque d'argile était enduite en dehors par le liquide

gommeux chassé du dedans au dehors par l'exosmose. J'essuyai la surface extérieure de cette plaque, et je replaçai l'appareil dans l'eau. Dès ce moment, l'endosmose se manifesta de nouveau par l'ascension du liquide dans le tube. Ici les deux faces opposées de la cloison séparatrice ayant cessé d'être en contact immédiat avec les deux liquides différens, le phénomène de l'endosmose a cessé d'avoir lieu. Il paraît donc que c'est dans ce double contact que se trouve la cause de ce phénomène.

Le double phénomène de l'endosmose et de l'exosmose, pouvant être produit avec des lames minces de corps inorganiques perméables aux liquides, comme il l'est avec des membranes organiques, il en résulte que ce phénomène n'est point exclusivement un phénomène organique, mais qu'il est un phénomène de physique générale. Cependant, ce phénomène se trouve appartenir exclusivement aux corps organisés, parce que ce n'est que chez eux que l'on trouve des fluides différens séparés par des cloisons minces et perméables. Cette disposition ne se trouve nulle part dans la nature inorganique. Ainsi le double phénomène de l'endosmose et de l'exosmose est, *par le fait* et non *par sa nature* un phénomène exclusivement physiologique. C'est le point par lequel la physique des corps vivans se confond avec la physique des corps inorganiques. Plus on avancera dans la connaissance de la physiologie, plus on aura de motifs pour cesser de croire que les phénomènes de la vie sont essentiellement différens des phénomènes physiques : cette opinion, que l'autorité de Bichat a surtout contribué à établir, est indubitablement erronée.
