



HAL
open science

Note sur le mouvement brownien

Gouy

► **To cite this version:**

Gouy. Note sur le mouvement brownien. J. Phys. Theor. Appl., 1888, 7 (1), pp.561-564.
10.1051/jphystap:018880070056101 . jpa-00238904

HAL Id: jpa-00238904

<https://hal.science/jpa-00238904>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

[a]

NOTE SUR LE MOUVEMENT BROWNIEN ;

PAR M. GOUY.

1. On sait que des particules très petites, en suspension dans un liquide, sont animées d'un mouvement caractéristique, qu'on nomme *mouvement brownien*, du nom du botaniste Brown qui l'a signalé le premier (1827). Ce phénomène, très familier aux micrographes, ne paraît pas avoir attiré, autant qu'il le mérite, l'attention des physiciens. Je me propose d'indiquer brièvement ses caractères essentiels, et de montrer combien son étude présente d'intérêt au point de vue de la Physique générale.

Ce mouvement se produit toutes les fois que des particules solides, organiques ou autres, se maintiennent en suspension dans un liquide, sans se déposer sur les parois ou s'agréger en flocons. On l'observe aisément avec de la gomme-gutte ou de l'encre de Chine délayée dans de l'eau. La goutte d'eau étant recouverte d'une lamelle, on clôt la préparation avec de la paraffine, pour éviter l'évaporation et les courants liquides qui en résulteraient. L'observation peut se faire avec un objectif à sec et un grossisse-

ment d'au moins 500 diamètres; mais, pour une étude détaillée, un bon objectif à immersion est préférable.

2. Dans ces conditions, si les particules sont nombreuses, on voit que tout est en mouvement dans le champ du microscope : c'est une sorte de fourmillement ou de trépidation générale, qui forme un spectacle des plus frappants. Chaque particule paraît se mouvoir indépendamment de ses voisines. Mais, pour une étude détaillée, il convient qu'elles soient assez rares pour qu'on puisse les suivre isolément.

Chaque particule éprouve une suite de déplacements assez difficiles à décrire, parce qu'ils sont essentiellement irréguliers. Ces déplacements se produisent indifféremment dans tous les sens, et, si la particule présente par sa forme quelque point de repère, on constate aussi qu'elle tourne sur elle-même irrégulièrement. Le mot de *trépidation* est celui qui donne l'idée la plus nette des apparences observées; mais il ne s'agit pas d'une trépidation sur place, et la particule peut, avec le temps, parcourir un chemin assez considérable, comme elle peut s'éloigner à peine de sa position initiale. Tout se passe, en un mot, comme si elle était soumise à une suite d'impulsions absolument fortuites, orientées dans tous les sens indifféremment.

Le mouvement est d'autant plus vif que les particules sont plus petites; il est surtout très marqué pour des dimensions inférieures à 0^{mm},001, et se montre alors si rapide que l'œil a peine à le suivre, mais il est encore sensible pour des dimensions bien plus grandes. Il augmente manifestement avec la température, et varie suivant la nature du liquide; l'eau pure paraît le montrer avec le plus d'intensité (1).

De très petites bulles gazeuses dans un liquide montrent aussi le même phénomène (2).

(1) D'après M. Stanley Jevons, $\frac{1}{1000}$ d'acide sulfureux dans l'eau suffit à l'arrêter d'une manière presque absolue.

(2) Dans le cas des bulles gazeuses, ce phénomène, que je n'ai pas eu l'occasion d'observer, a été souvent aperçu par les minéralogistes dans les inclusions liquides que contiennent certains minéraux. Voici ce que dit, à ce sujet, M. de Lapparent dans son *Traité de Géologie*, p. 549 :

« La bulle mobile ou *libelle* est le caractère distinctif des inclusions liquides...;

3. Je ne crois pas qu'après une observation attentive on puisse mettre en doute qu'il s'agit là, non d'effets accidentels dus aux courants, aux vibrations ou aux différences de température, mais bien d'un phénomène normal, se produisant à température constante, et dû à la constitution des liquides. En effet, le phénomène paraît absolument régulier dans son ensemble; il se montre *toujours*, tant que les particules restent en suspension, et persiste indéfiniment lorsqu'elles sont assez ténues pour ne pas se déposer. D'autre part, l'existence du même mouvement pour les particules gazeuses liquides ou solides montre évidemment que ces bulles ou ces particules ne jouent pas un rôle essentiel dans le mouvement, mais mettent seulement en évidence l'agitation interne du liquide. Le mouvement brownien nous montre donc, non pas assurément les mouvements des molécules, mais quelque chose qui y tient de fort près (¹), et nous fournit une preuve directe et visible de l'exactitude des hypothèses actuelles sur la nature de la chaleur. Si l'on adopte ces vues, le phénomène, dont l'étude est loin d'être terminée, prend assurément une importance de premier ordre pour la physique moléculaire.

toutes les fois que la dimension des libelles est inférieure à $0^{\text{mm}},002$, on observe qu'elles sont sujettes à une trépidation constante, tout à fait semblable à ces mouvements de corpuscules dits *mouvements browniens*. La trépidation des libelles se montrant complètement indépendante des circonstances extérieures, telles que la stabilité plus ou moins grande du support et la variation de température, la cause doit en être cherchée dans un phénomène d'un ordre plus intime.»

L'auteur expose ensuite brièvement une explication proposée par les PP. Carbonelli et Thirion (*Revue des Questions scientifiques*, Bruxelles, 1880) qui est fondée sur l'échange incessant entre les molécules qui reprennent l'état liquide et celles qui se résolvent en vapeur. Cette explication ne paraît pas pouvoir s'appliquer aux particules solides ou liquides.

(¹) Je n'entends pas dire par là que le mouvement brownien est produit directement par les mouvements non coordonnés des molécules, qu'on regarde souvent comme constituant le mouvement calorifique. Il semble en effet que, dans cette hypothèse, il ne devrait se produire que pour des particules beaucoup plus petites et comparables aux intervalles moléculaires. Mais on peut concevoir que les mouvements moléculaires dans les liquides soient en partie coordonnés, pour des espaces comparables à 1 micron, sans cesser d'être entièrement indépendants pour des distances plus grandes et bien inférieures aux dimensions des appareils que nous pouvons réaliser. L'existence du mouvement brownien paraît montrer qu'il se passe en réalité quelque chose d'analogue.

4. Le mouvement brownien présente un grand intérêt à un autre point de vue. Quelque idée qu'on se fasse de la cause qui le produit, il n'est pas moins certain que du travail est dépensé, par instants, sur ces particules, et l'on peut concevoir un mécanisme par lequel une portion de ce travail deviendrait disponible. Imaginons, par exemple, qu'une de ces particules solides soit suspendue, par un fil d'un diamètre très petit par rapport au sien, à une roue à rochet très légère ; les impulsions dans un certain sens feront tourner la roue, et nous pourrions recueillir du travail. Ce mécanisme est évidemment irréalisable, mais on ne voit pas de raison théorique qui pût l'empêcher de fonctionner. Du travail serait ainsi produit aux dépens de la chaleur du milieu ambiant, et en opposition avec le principe de Carnot. Il semble donc qu'on puisse préciser ainsi le sens des réserves faites à ce principe par Helmholtz, dans le cas des tissus vivants (1) ; ce principe serait seulement exact pour les mécanismes grossiers que nous savons réaliser et cesserait d'être applicable lorsque l'organe *récepteur* aurait des dimensions comparables à 1 micron (2).
