



HAL
open science

Sur un néphélémètre

Ch. Chéneveau, R. Audubert

► **To cite this version:**

Ch. Chéneveau, R. Audubert. Sur un néphélémètre. Journal de Physique et le Radium, 1921, 2 (1), pp.19-23. 10.1051/jphysrad:019210020101900 . jpa-00200774

HAL Id: jpa-00200774

<https://hal.science/jpa-00200774v1>

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.

SUR UN NÉPHÉLÈMÈTRE

Par MM. CH. CHÉNEVEAU et R. AUDUBERT

Dans une étude « sur quelques propriétés optiques des milieux troubles » qui a paru aux *Annales de Physique* [1920, t. XIII, 9^e série, p. 134], nous avons établi que, pour des milieux troubles hétérogènes (fins précipités, émulsions de gomme gutte, de mastic ou d'huile, etc.), la masse M des particules en suspension était reliée au rapport $\frac{I}{I_0}$, de l'intensité I transmise par le milieu trouble à l'intensité I_0 de la lumière incidente initiale, par une relation simple de forme exponentielle :

$$\frac{I}{I_0} = 1 - e^{-\frac{B}{M^\beta}}, \quad (1)$$

B et β étant deux coefficients dépendant seulement de la nature des grains en suspension et de la longueur d'onde de la lumière utilisée.

Nous avons pensé que la détermination de $\frac{I}{I_0}$, en lumière monochromatique, permettrait donc, pour un milieu donné, d'obtenir la masse totale des particules constituant un milieu trouble, c'est-à-dire le titre de l'émulsion.

Différents expérimentateurs, entre autres Richards et Wilson ⁽¹⁾, ont cherché à évaluer la différence des concentrations de deux suspensions, en comparant entre elles les intensités de lumière qu'elles diffusent. Ces méthodes, dites néphélométriques, nous paraissent incorrectes, sauf pour des suspensions à grains très fins où la valeur de n , dans la formule de Lord Rayleigh généralisée par Boutaric ⁽²⁾ :

$$\frac{I}{I_0} = 1 - e^{-\frac{A}{\lambda^n}},$$

est sensiblement égale à 4. En effet, dans les autres cas, nous avons montré que l'exposant n de la longueur d'onde variait avec la concentration. Plus récemment, MM. Vlès, de Watteville et Lambert ⁽³⁾ ont imaginé un opacimètre permettant de doser des émulsions microbiennes et les résultats qu'on en peut attendre sont plus exacts puisqu'ils peuvent être déduits d'une courbe d'étalonnage de l'appareil donnant la concentration en fonction de l'absorption.

⁽¹⁾ *Amer. Chem. Journ.*, 1904, t. xxxi, p. 235.

⁽²⁾ *Thèse de Doctorat*, Paris, 1918.

⁽³⁾ *C. R.*, 1919, t. CLXVIII, p. 797.

Nous avons montré antérieurement ⁽¹⁾ que la détermination exacte de la masse était possible toutes les fois que l'on n'était pas en présence d'une sédimentation trop accusée. Il suffisait de calculer par deux déterminations préalables, faites avec le spectrophotomètre de Féry, les constantes de la formule exponentielle (1) pour deux concentrations connues. Plus simplement et plus exactement, on pouvait obtenir la masse M , sans la calculer par la formule, en construisant, une fois pour toutes, une courbe-étalon des valeurs de $\frac{I}{I_0}$ pour des concentrations connues du milieu donné. Pour déterminer alors la concentration d'une émulsion de même nature, il suffisait de mesurer $\frac{I}{I_0}$ et de se reporter à la courbe-étalon.

La sensibilité avec laquelle la détermination du titre peut se faire, pour une lumière de longueur d'onde donnée, est très bonne, comme le montrent les exemples suivants :

<i>Mastic</i> ; $\lambda = 0,520 \mu$; cuve de 4 cm d'épaisseur :							
M (en grammes par litre).	0,060	0,041	0,030	0,0206	0,0150		
$\frac{I}{I_0}$	—	—	0,677	0,748	0,810	0,860	0,900
<i>Chlorure d'argent</i> ; $\lambda = 0,520 \mu$; cuve de 8 cm d'épaisseur :							
M (en grammes par litre).	0,055	0,0354	0,0177	0,0088			
$\frac{I}{I_0}$	—	—	0,578	0,677	0,804	0,884.	

Ces nombres montrent que, dans le cas du chlorure d'argent, nous avons pu apprécier des différences de 0,001 g par litre à 2 pour 100 près, tandis que, dans le cas du mastic, nous avons pu évaluer des différences de 0,0008 g à 1 pour 100 près.

De tels résultats nous ont encouragé à réaliser un néphélomètre, aussi simple que possible, qui soit l'application de la loi exacte (1) reliant l'absorption d'un milieu trouble à sa concentration. Pour cela, nous avons cherché à compenser l'absorption du milieu trouble par l'absorption d'un prisme, d'angle très faible, en verre à teinte neutre ⁽²⁾. Lorsque la compensation est produite par une certaine épaisseur moyenne y du verre, il est facile de montrer que *le déplacement x qu'il a fallu donner à la lame est*

⁽¹⁾ *C. R.*, 1919, t. CLXVIII, p. 766.

⁽²⁾ L'emploi du verre à teinte neutre, dont le coefficient d'absorption varie peu avec la longueur d'onde dans le spectre visible a déjà été fait dans certains appareils (Wedge Spectrograph de G.-E. Kenneth Mees and S.-H. Wratten. *Brit. Journ. of Photo.*, 1907, p. 384. — Spectrophotomètre de Féry. *Journ. Phys.*, 1910, t. IX, 4^e série, p. 819. — Microphotomètre de Buïsson et Fabry. *Journ. Phys.*, 1919, t. IX, 5^e série, p. 37).

fonction linéaire de la masse M . En effet, si K est le coefficient d'absorption du verre, lorsque les deux faisceaux transmis ont la même intensité I , on a :

$$\frac{I}{I_0} = 1 - e^{-\frac{B}{M^\beta}} = e^{-Ky} = e^{-Kax}$$

puisque $y = ax$; en développant les exponentielles en séries et en s'arrêtant au second terme :

$$\frac{B}{M^\beta} = 1 - Kax$$

d'où :

$$M = B^{\frac{1}{\beta}} (1 - Kax)^{-\frac{1}{\beta}}$$

ou, eu égard à la précision possible et après un nouveau développement en série :

$$M = B^{\frac{1}{\beta}} \left(1 + \frac{Kax}{\beta} \right)$$

et enfin, si b et c sont des coefficients numériques :

$$x = bM - c$$

L'appareil, dont le principe essentiel est exposé ci-dessus, comprend une source lumineuse intense S , constituée, par exemple, par une lampe à incandescence, placée au foyer d'une lentille convergente L ; le faisceau parallèle, issu de cette lentille, présente une répartition lumineuse homogène et, après avoir rencontré au besoin un verre dépoli, tombe sur deux fenêtres circulaires d'égale dimension F, F' , placées à la base d'un double prisme à réflexion totale P, P' (fig. 1). L'œil de l'observateur, abrité de la lumière parasite par un écran E , peut alors comparer les éclaircissements de ces deux fenêtres au moyen d'une lunette A qui en donne des images contiguës : en outre, l'oculaire de la lunette contient un écran coloré ne laissant passer qu'une bande étroite du spectre.

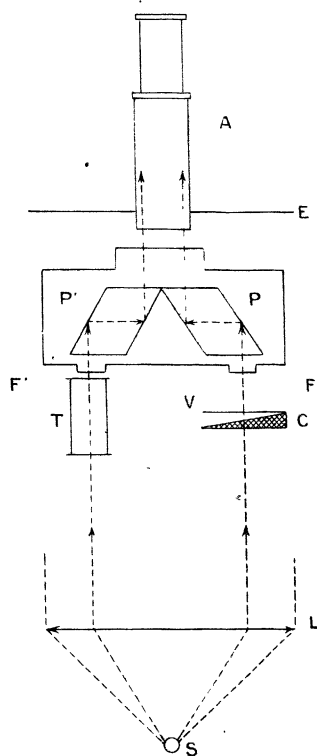


Fig. 1.

Devant la fenêtre F' est disposé un tube T , monté comme un tube de saccharimètre, contenant la suspension à étudier, et devant la fenêtre F se trouve un petit coin C de verre noir à teinte neutre, accolé à un prisme de verre blanc V disposé en sens inverse de façon à éviter la déviation par réfraction. La lame ainsi formée peut se déplacer devant la fenêtre F ; à cet effet, elle est portée par un cadre mobile qui glisse à l'intérieur d'un cadre fixe à l'aide d'une crémaillère et d'un pignon denté que l'observateur fait mouvoir en agissant sur le bouton moleté qui le termine (fig. 2) ⁽¹⁾

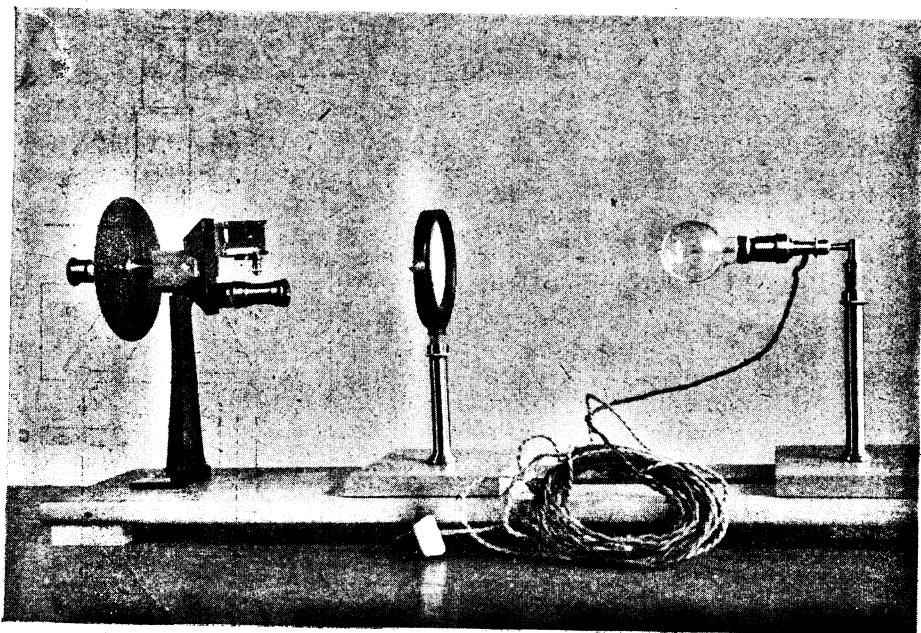


Fig. 2.

Le cadre mobile portant, par exemple, un index de repère, les déplacements sont mesurés sur une graduation fixe disposée sur le cadre immobile.

Pour établir l'égalité des plages lumineuses que l'œil voit dans la lunette A , il suffit de déplacer convenablement le coin de verre, à teinte neutre, jusqu'à ce que son épaisseur moyenne, ainsi traversée par la lumière, équilibre par son absorption celle du liquide à étudier.

La courbe d'étalonnage devenant, comme nous l'avons démontré, une ligne droite, pourra être obtenue au moyen de deux déterminations faites

⁽¹⁾ L'appareil réalisé est disposé horizontalement, pour être d'un emploi plus commode, par rapport au schéma de principe de la figure 1.

avec des émulsions titrées. La lecture du déplacement donnera donc immédiatement le titre de l'émulsion si l'on se reporte à la droite d'étalonnage.

Des expériences effectuées, en particulier, avec des émulsions de mastic dans l'eau ou des précipités de sulfate de baryte en suspension dans l'eau, ont montré que la loi reliant le rapport $\frac{I}{I_0}$ à la masse M est bien de forme exponentielle tandis que la loi exprimant le déplacement du coin de verre en fonction de la masse est une loi linéaire.

La précision de l'appareil, fixée par ces expériences, est comprise entre 2 et 5 pour 100.

Le néphélémètre décrit peut se prêter à de nombreuses applications scientifiques et industrielles; parmi elles, nous pouvons citer l'étude de la formation des précipités et des vitesses de réaction, le dosage de corps par précipitation, le titrage d'émulsions microbiennes ou colloïdales, l'essai de plaques photographiques, etc.

Manuscrit reçu le 4^{er} avril 1920.

