



HAL
open science

Note au sujet d'un mémoire de M. L. -T. More. “ on the supposed elongation of a dielectric in an electrostatic field ”

Paul Sacerdote

► **To cite this version:**

Paul Sacerdote. Note au sujet d'un mémoire de M. L. -T. More. “ on the supposed elongation of a dielectric in an electrostatic field ”. *J. Phys. Theor. Appl.*, 1901, 10 (1), pp.200-204. 10.1051/jphystap:0190100100020001 . jpa-00240497

HAL Id: jpa-00240497

<https://hal.science/jpa-00240497>

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.

NOTE AU SUJET D'UN MÉMOIRE DE M. L.-T. MORE. « ON THE SUPPOSED
ELONGATION OF A DIELECTRIC IN AN ELECTROSTATIC FIELD »;

Par PAUL SACERDOTE.

M. L.-T. More, de l'Université de Nebraska, vient de publier le récit d'une série d'expériences, dans lesquelles il s'était proposé de mesurer l'allongement qu'éprouve un tube de verre formant le diélectrique d'un condensateur cylindrique, lorsqu'on charge ce condensateur ⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Voir : SACERDOTE, *J. de Phys.*, 3^e s., t. VIII, *loc. cit.*, p. 537; 1899, et les mémoires parus depuis ; — CORBINO, *Sulle conseguenze del Principio della conservazione dell'elettricità* (*Nuovo Cimento*, t. XI, p. 136; fév. 1900); — ERCOLINI, *Variazione della Costante dielettrica del Vetro per la trazione meccanica* (*Nuovo Cimento*, t. XII, p. 77-90; août 1900).

⁽²⁾ Cela reviendra à répéter l'expérience de M. More (voir l'article suivant), mais avec une épaisseur du diélectrique et une distance des armatures telle que la dilatation à observer soit appréciable.

⁽³⁾ J'avais déjà essayé de prévoir le signe et l'ordre de grandeur de k_1 au moyen de la formule (1) et des expériences de M. Cantone sur les déformations électriques. (*J. de Phys.*, 3^e série, t. VIII, p. 541, 1899); mais l'emploi de (1) exige la connaissance exacte de a ; la formule (2) est donc bien préférable, puisque le signe de Δl donne immédiatement celui de k_1 .

⁽⁴⁾ *Philosophical Magazine*, vol. L, p. 198-210 (août 1900).

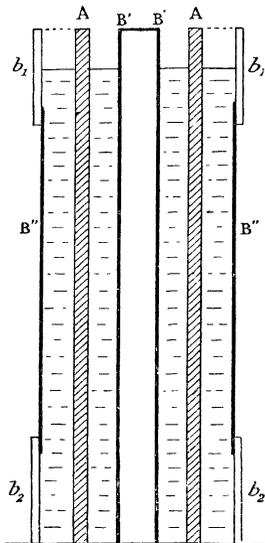
Dans aucune de ses expériences il ne réussit à observer aucun allongement ou contraction du tube; — il en conclut que les déformations électriques des diélectriques n'existent pas, et que celles observées par Govi, Duter, Righi, Quincke, etc., n'étaient dues qu'à des causes perturbatrices.

Dans la présente note, je me propose de montrer que la conclusion à tirer du mémoire de M. More est tout autre :

Par la disposition même de ses expériences, le tube ne devait subir aucun allongement appréciable; le résultat négatif de ces expériences prouve donc simplement qu'elles ont été soigneusement exécutées.

I

Description de l'appareil. — Le condensateur employé par M. More se composait essentiellement d'un tube en verre A (de 2^{mm},5 d'épaisseur) et de deux tubes de laiton B, B'' formant les armatures; l'externe



B'' était prolongé, à ses deux extrémités, par des tubes de verre ($b_1 b_1$) ($b_2 b_2$); le tout était fixé à un solide support. Le dispositif amplificateur de l'allongement de A consistait en un petit miroir fixé verticalement sur un trépied formé de trois pointes fines d'aiguilles : 2 pieds

reposaient sur B' et par suite étaient fixes, et le troisième sur A (ou *vice versa*); on comprend facilement qu'à tout allongement de A correspondra une inclinaison du miroir et, par suite un déplacement d'une petite image lumineuse, réfléchi par ce miroir; cette image était observée au moyen d'un microscope à oculaire micrométrique; 1 division du micromètre oculaire correspondait à un allongement du tube A de $\frac{1,5}{100}$ micron. — M. More s'assurait de la sensibilité de cette disposition amplificatrice en l'utilisant au préalable à la détermination du coefficient d'élasticité du tube de verre⁽¹⁾.

Première expérience. — On remplissait l'intervalle entre B' et A ainsi qu'entre A et B'', d'un liquide isolant (du kérosène); puis, l'armature B' étant au sol, on chargeait B'' au moyen d'une machine électrique: M. More n'obtint jamais aucun déplacement appréciable de l'image lumineuse réfléchi par le miroir.

Deuxième expérience. — Devant le résultat négatif de cette première expérience, M. More résolut de répéter l'expérience sous une forme plus analogue à celle réalisée par ses prédécesseurs. Pour cela, après avoir enlevé le cylindre B'', il colla sur le tube de verre A une feuille de papier d'étain de 45 centimètres de longueur et remplit l'intervalle entre B' et A d'eau acidulée formant l'armature interne; — il n'obtint encore aucun allongement ni contraction, même en chargeant le condensateur aux potentiels élevés qui correspondent à des distances explosives de 12 millimètres à 20 millimètres entre deux boules de laiton de 2 centimètres de diamètre.

II

Dans cette seconde partie, je me propose de montrer pourquoi ces expériences, telles qu'elles viennent d'être décrites, devaient forcément conduire à un résultat négatif.

Discussion de la deuxième expérience. — Dans cette expérience, nous avons affaire à un condensateur dont le diélectrique est le verre et dont les armatures, étant adhérentes au diélectrique, en suivent les déformations: conditions tout à fait analogue à celle des expériences

⁽¹⁾ Je laisse de côté toute critique relative à l'appareil, bien qu'à mon avis, pour des déplacements aussi petits, la mesure *directe* par les franges d'interférences est la seule sur laquelle on puisse compter, et elle est en tous cas, bien préférable à tout procédé d'amplification mécanique.

de Quincke, Righi et Cantone (1). En prenant comme base les nombres obtenus par ce dernier, nous pouvons calculer *a priori* l'allongement que devait subir le tube dans l'expérience de M. More.

Désignons par l la longueur du condensateur ;

Δl , son allongement, quand on le charge au potentiel V .

e , la distance des armatures, c'est-à-dire l'épaisseur du diélectrique; les expériences de M. Cantone ont donné pour l'expression $\left(\frac{\Delta l}{l} \times \frac{e^2}{V^2}\right)$ (2)

des valeurs (3) variant de 4,6 à $7,4 \times 10^{-13}$; prenons la moyenne; 6×10^{-13} . En désignant par x l'allongement à prévoir pour le tube dans l'expérience de M. More (pour une distance explosive de 12 millimètres, on a $V = 110$. C. G. S.) nous aurons :

$$\frac{x}{45} \times \frac{(0,25)^2}{(110)^2} = 6 \times 10^{-13}; \quad \text{d'où l'on tire :} \quad x = \frac{5,2}{100} \text{ micron (4) :}$$

ce qui correspond à seulement $3^{\text{div.}} \frac{1}{2}$ du micromètre oculaire, déplacement qui ne pouvait évidemment être observé avec certitude, puisqu'aux pages 202-203 du mémoire de M. More sont indiqués

(1) Dans une longue critique des travaux expérimentaux faits sur cette question (SACERDOTE, *Recherches théoriques sur les déformations électriques des diélectriques solides isotropes: Annales de Physique et Chimie*, 7^e s., t. XX, p. 289-377; juillet 1900; un résumé a paru au *Journal de Physique*, 3^e s., t. VIII, p. 437 et 533; 1899) j'avais déjà montré (p. 344-369) que les expériences de Duter, Righi, Quincke, ne doivent être conservées qu'au point de vue *qualitatif*, tandis que celles du *prof. Cantone* (*R. C. della R. Acc. dei Lincei.*, 4^e s., vol. IV, p. 344-353, 471-477; 1888), dans lesquelles l'allongement est mesuré directement par le déplacement des franges d'interférences, présentaient, au contraire, les plus grandes garanties d'exactitude, et que ce sont les seules sur les résultats numériques desquelles on peut compter. M. More semble ne pas avoir eu connaissance des expériences de M. Cantone.

(2) La formule de déformation du condensateur cylindrique à armatures adhérentes est : $\frac{\Delta l}{l} = (a + k_1) \frac{KV^2}{8\pi e^2}$ (Sacerdote: *J. de Phys.* 3^e; série, t. VIII, p. 467; 1899) dans laquelle (a, k_1, K) désignent trois coefficients qui dépendent de la nature du diélectrique (voir aussi leur signification à l'article précédent): la quantité $\left(\frac{\Delta l}{l} \times \frac{e^2}{V^2}\right)$ doit donc être sensiblement la même dans les expériences de M. More que dans celles de M. Cantone

(3) Voir: SACERDOTE, *Ann. Ch. et Phys., loc. cit.*, table de la page 368 et *J. de Phys.*, 3^e série, t. VIII, p. 341; 1899. Ces nombres viennent d'être encore confirmés par de récentes recherches: CANTONE et SOZZANI: *Nuovo Ricerche intorno alla Deformazione dei Condensatori* (*R. C. dello R. Istituto Lombardo*, série 2, vol. XXXIII, 1900).

(4) Pour une distance explosive de 20 millimètres ($V = 130$ C. G. S.), on obtiendrait $x = \frac{7,3}{100}$ micron ou moins de 5 divisions du micromètre.

des déplacements du zéro du micromètre dépassant 3 divisions⁽¹⁾.

En résumé, l'insuccès de cette seconde expérience est dû à la trop faible longueur du tube et surtout à l'épaisseur relativement trop grande du tube diélectrique⁽²⁾, ce qui rend la dilatation trop faible pour être mise en évidence par l'appareil amplificateur de M. More.

Discussion de la première expérience. — La dilatation que l'on peut prévoir pour le tube, dans la première expérience, est encore beaucoup plus petite que dans la deuxième ; en effet :

Dans la deuxième expérience, il s'agissait d'un condensateur à armatures adhérentes ; la dilatation était donc donnée par la formule (1) :

$$(1) \quad \frac{\Delta l}{l} = (a + k_1) \frac{KH^2}{8\pi}.$$

H désignant l'intensité du champ dans le verre, ici $H = \frac{V}{e}$.

Dans la première expérience, il s'agit, au contraire, d'un condensateur à armatures indépendantes du tube de verre, puisqu'elles en sont séparées par un diélectrique fluide ; la dilatation est alors donnée par la formule⁽³⁾.

$$(2) \quad \frac{\delta l}{l} = k_1 \frac{Kh^2}{8\pi},$$

h désignant la nouvelle intensité du champ dans le verre ; or :

1° Le coefficient k_1 , est notablement plus petit que $a + k_1$ ⁽⁴⁾ ;

2° Le champ h est beaucoup moins intense que H (les différences de potentiel employées étant les mêmes et la distance des armatures beaucoup plus grande).

L'allongement δl sera donc encore beaucoup plus petit que Δl , et par suite absolument inappréciable.

⁽¹⁾ M. More, qui avait eu le soin de faire ce calcul préliminaire, espérait obtenir des allongements correspondant à une trentaine de divisions du micromètre ; mais, n'ayant pas connaissance du travail de Cantone, il basait cette prévision sur les expériences de Righi et Quincke qui, je le répète (voir note 1 de la page précédente), sont à rejeter au point de vue quantitatif.

⁽²⁾ M. Cantone se servait de tubes ayant 60 à 70 centimètres de longueur et seulement de 0^{mm},4 à 0^{mm},6 d'épaisseur ; or la dilatation croît proportionnellement à la longueur et en raison inverse du carré de l'épaisseur.

⁽³⁾ Voir la démonstration de cette formule à l'article précédent.

⁽⁴⁾ Voir SACERDOTE, *loc. cit.*, p. 372. k_1 est de l'ordre de $+ 10^{-12}$ C. G. S. et a égal environ à $1,6 \times 10^{-12}$ C. G. S.