

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 9 (1956)  
**Heft:** 5: Colloque Ampère

**Artikel:** Quelques calculs sur la relaxation des mélanges hétérogènes  
**Autor:** Loor, G.P. de  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738999>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Quelques calculs sur la relaxation des mélanges hétérogènes

par G. P. DE LOOR

Laboratoire de physique R.V.O.-T.N.O., La Haye.

---

Il est intéressant de savoir comment un mélange, formé d'une substance granuleuse avec une constante diélectrique (CD)  $\epsilon_i$  plongée dans un milieu continu avec CD  $\epsilon_0$ , se comporte quand la matière d'un de ses constituants est polaire.

Quand, par exemple, un liquide polaire est contaminé par des petites quantités d'une matière non-polaire, il est important de savoir si des déviations peuvent arriver et si éventuellement le temps de relaxation est changé. En outre, quand des déplacements sont observés, les calculs donnés ici peuvent indiquer à quel égard la conclusion, qu'il s'agit des phénomènes qui diffèrent du comportement normal d'un mélange, est justifiable.

On peut distinguer deux cas:

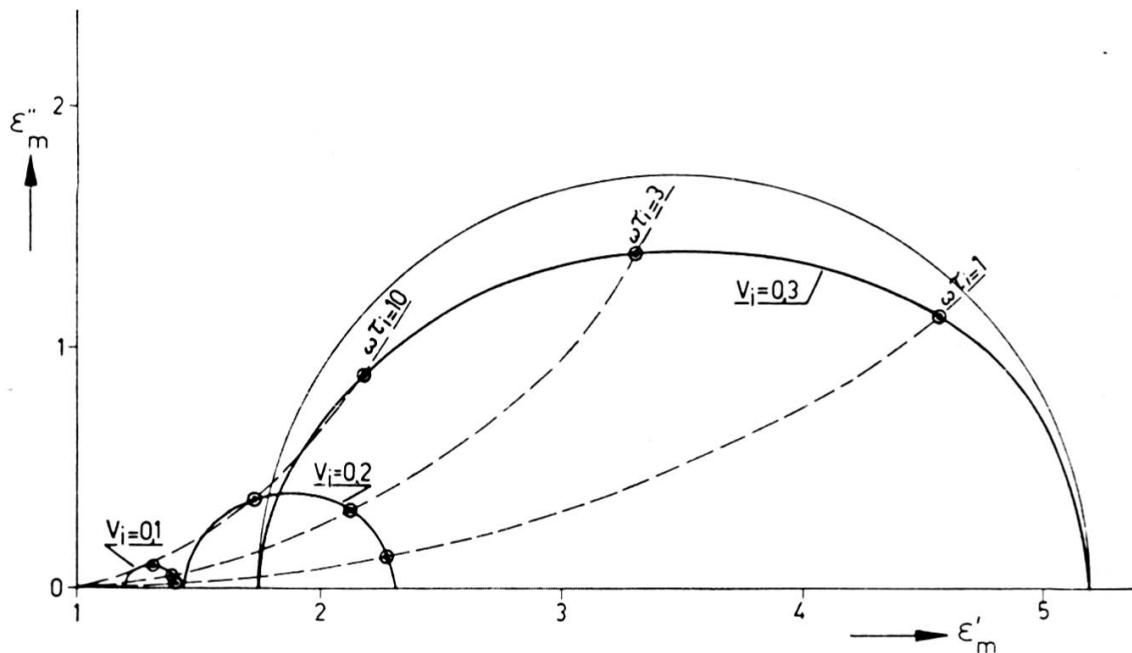
1. Le matériel des particules est polaire:  $\epsilon_i = \epsilon_i' - j \epsilon_i''$  ( $\epsilon_{is}/\epsilon_0 > 1$ )
2. Le matériel du milieu continu est polaire:  $\epsilon_0 = \epsilon_0' - j \epsilon_0''$  ( $\epsilon_i/\epsilon_{0s} < 1$ )

On peut poser que les courbes  $\epsilon_i' = f(\epsilon_i'')$ , et  $\epsilon_0' = f(\epsilon_0'')$ , sont des demi-cercles [1, 2] de façon à simplifier les calculs.

Ceci est possible parce qu'il s'agit ici d'une impression et parce que nous avons à faire avec des transformations du plan —  $(\epsilon_i' \epsilon_i'')$  (respectivement du plan —  $(\epsilon_0' \epsilon_0'')$ ) au plan —  $(\epsilon_m' \epsilon_m'')$  ( $\epsilon_m$ : CD du mélange) par la formule de mélange considérée, et une partie équivalente de la fonction  $\epsilon_m' = f(\epsilon_m'')$  sera valable pour le cas où les courbes nommées sont une partie plus petite d'un arc de cercle.

On peut remarquer qu'il s'agit ici des phénomènes à hyperfréquences qui sont différents des phénomènes à basses fréquences comme la dispersion de Maxwell-Wagner laquelle est due aux déplacements réels des charges. Tous les calculs nommés ici sont faits jusqu'à  $v_i = 0,3$  ( $v_i$ : volume occupé par les particules).

1. Pour le premier cas ( $\varepsilon_{is}/\varepsilon_0 > 1$ ) on peut montrer que la courbe:  $\varepsilon_m' = f(\varepsilon_m'')$  du mélange est un demi-cercle pour les équations dans lesquelles l'interaction mutuelle des particules est négligée, ou peut-être négligée par l'ordre régulier des particules (théorie de Maxwell-Rayleigh [3, 4]).



La courbe  $\varepsilon_m' = f(\varepsilon_m'')$  est aplatie pour les équations dans lesquelles l'interaction entre en ligne de compte [5, 6, 7]. Comme exemple (voir fig. 1) nous donnons la fonction  $\varepsilon_m' = f(\varepsilon_m'')$ , obtenue avec la formule de Böttcher [5] pour quelques valeurs de  $v_i$ , posant que la courbe  $\varepsilon_i' = f(\varepsilon_i'')$  est un demi-cercle avec  $\varepsilon_{is} = 100$  et  $\varepsilon_{i\infty} = 5$ . Le temps de relaxation  $\tau_i$  couplé au matériel des particules est appelé le temps de relaxation intrinsèque, ainsi que Böttcher fait pour le cas moléculaire.

Les calculs montrent que le temps de relaxation macroscopique des mélanges  $\tau_m$  est souvent déplacé considérablement. On a toujours  $\tau_m/\tau_i < 1$ .

Comme exemple nous donnons les mesures faites au M.I.T. [9] avec des poudres de BaTiO<sub>3</sub> dans un milieu de poly-2,5-dichlorostyrène et de BaTiO<sub>3</sub> fritté, où le matériel fritté est déjà au milieu de la région de dispersion, mais le mélange n'est qu'au commencement de cette région.

Nos mesures avec du BaTiO<sub>3</sub> fritté et des poudres de BaTiO<sub>3</sub> dans un milieu de p.v.c. montrent la même chose. Alors ici  $\tau_m/\tau_i < 1$ .

2. Pour le deuxième cas ( $\epsilon_i/\epsilon_{0s} < 1$ ) les déviations du demi-cercle et les déplacements de  $\tau_m$  sont très petits. Ici  $\tau_m \leq \tau_0$ . Alors, ces calculs montrent que de petites quantités d'un matériel non-polaire dans un liquide polaire n'ont pas d'influence, ni sur la courbe —, ni sur le temps de relaxation. Comme exemple, il y a les mesures de S. H. M. El Sabeh et J. B. Hasted [10] sur les latexes de polystyrène dans une solution de savon. Un demi-cercle est trouvé pour la fonction  $\epsilon_m' = f(\epsilon_m'')$  et pour  $\nu_i = 5\%$ :  $\tau_m/\tau_0 = 0,99$  et pour  $\nu_i = 10\%$ :  $\tau_m/\tau_0 = 0,93$  [10], alors  $\tau_m < \tau_0$ .

Un article plus détaillé sur ce sujet est en préparation.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. COLE, K. S. et R. H. COLE, *J. Chem. Phys.*, 9, 341, 1941.
  2. COLE, R. H., *J. Chem. Phys.*, 23, 493, 1955.
  3. MAXWELL, C., *Treatise on electricity and magnetism*, I, 2nd edition, Oxford 1881, p. 403.
  4. RAYLEIGH, W. R., *Phil. Mag.*, V, 34, 481, 1892.
  5. BÖTTCHER, C. J. F., *Rec. Trav. Chim.*, 64, 47, 1945.
  6. POLDER, D. et J. M. VAN SANTEN, *Physica*, 12, 257, 1946.
  7. LOOR, G. P. de, *Appl. Sc. Res.*, B, 3, 479, 1954.
  8. BÖTTCHER, C. J. F., *Theory of electric polarisation*, Elsevier 1952, p. 355.
  9. HIPPEL, A. R. von, *Dielectric materials and applications*, Wiley and Sons, 1954, pp. 305 et 343.
  10. EL SABEH, S. H. M. et J. B. HASTED, *Proc. Phys. Soc.*, 66, B, 611, 1953 et communication privée.
-