

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 11 (1958)  
**Heft:** 7: Colloque Ampère

**Artikel:** Temps de relaxation diélectrique de l'eau dans la chabasie  
**Autor:** Ducros, Pierre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738845>

### **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:** 17.01.2026

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

# Temps de relaxation diélectrique de l'eau dans la chabasie

par Pierre DUCROS

Laboratoire de Minéralogie-Cristallographie, Faculté des Sciences de Paris

---

*Résumé.* — La chabasie présente deux domaines de dispersion diélectrique en ondes kilométriques. Le domaine de plus haute fréquence a été étudié. Il correspond à une énergie d'activation  $E = 16$  Kcal/mole à la pression ordinaire et 22 Kcal/mole sous 1 mm de Hg. La relaxation est attribuée à la rotation gênée des molécules d'eau qui se classent en deux groupes dans la structure. Les variations de  $E$  avec la pression sont expliquées par les changements de la teneur en eau du cristal.

La chabasie est une zéolite connue pour ses propriétés d'échangeur d'ion et de tamis moléculaire. C'est un hydrate de formule voisine de  $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . L'eau « zéolitique » a une grande mobilité et il était normal de s'attendre à des propriétés diélectriques intéressantes.

## *Mesures.*

L'étude a été faite sur une pastille de poudre comprimée dont les deux faces ont été peintes à l'argent.  $\epsilon = \epsilon' - i\epsilon''$  a été mesuré entre les fréquences 100 c et 100 Kc et les températures de 20° à 70° C. La pression était soit 1 atmosphère, soit 1 mm de mercure.

## *Appareillage.*

Les mesures ont été faites sur un pont de Schering (General Radio Co.). La cellule de mesure (fig. 1) est étanche et thermostatée par la circulation d'un liquide à température constante dans le serpentin extérieur.

## *Résultats.*

Les diagrammes de Cole-Cole [1]  $\epsilon'' = f(\epsilon')$  font apparaître deux domaines de type Debye dont seul le premier peut être étudié avec préci-

sion. La correction de conductibilité en courant continu, d'ailleurs faible, a été faite par la mesure directe de ce terme (Iso-R-mètre Lemouzy). Une

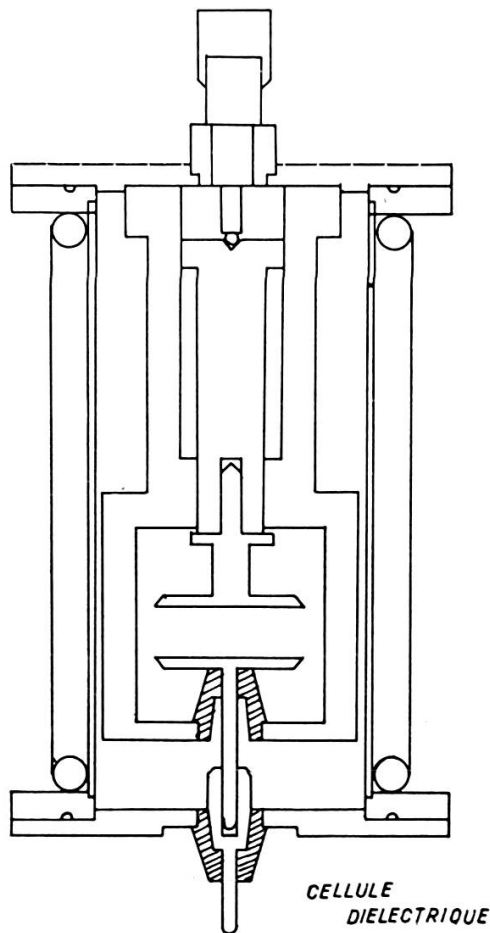


Fig. 1.

grande dispersion des temps de relaxation apparaît pour le premier domaine (fig. 3). Le calcul du temps le plus probable a été fait à l'aide de l'expression du champ de Powles [2]:

$$2 \pi f_c \tau \cdot \frac{3 \varepsilon_0}{2 \varepsilon_0 + \varepsilon_\infty} = 1$$

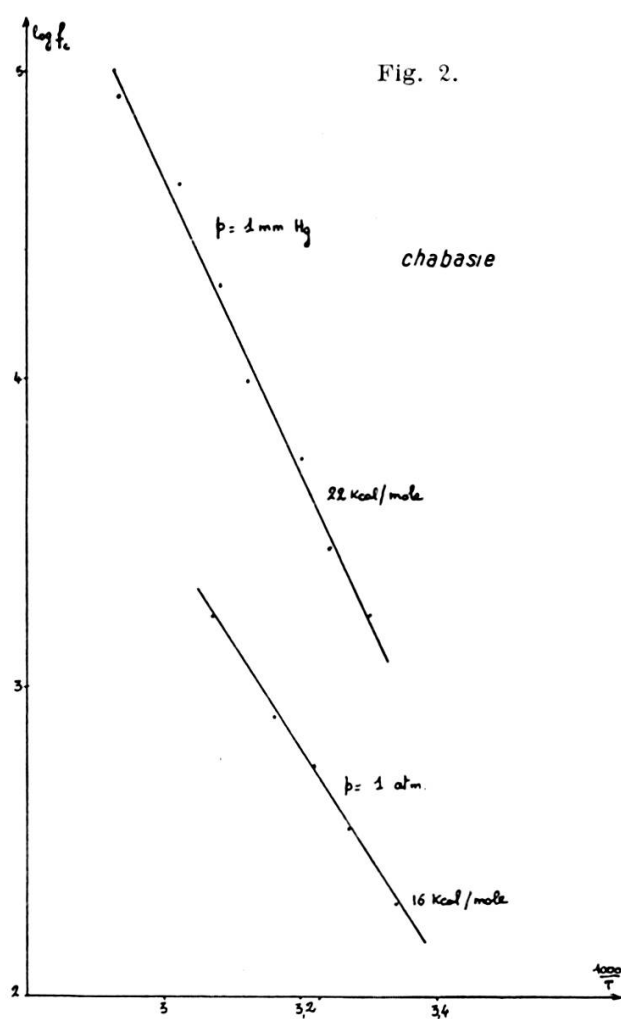
Cette hypothèse présente l'avantage de pouvoir écrire:

$$\varepsilon \text{ total} = \Sigma \varepsilon \text{ composants.}$$

Les valeurs absolues de  $\varepsilon_\infty$  et  $\varepsilon_{01}$  sont connues avec une précision de  $\pm 15\%$ , les valeurs relatives à  $\pm 5\%$  près.

a) *Etude à pression constante de 1 atmosphère :*

$t$	$fc$	$\alpha$	$\tau \cdot 10^5$
26°	185	0,45	61
33	375	0,43	30
37	560	0,43	20
43	820	0,41	13,8
53	1.600	0,41	7,0



$\epsilon_\infty$  et  $\epsilon_{01}$  ont des valeurs constantes voisines de 8 et 65 respectivement.

Le tracé de la droite  $\log f_c, \frac{1}{T}$  (fig. 2) permet la mesure de l'énergie et de l'entropie d'activation.

$$E = 16 \pm 1 \text{ Kcal/mole} \quad \Delta S = 5 \pm 0,5 \text{ cal/d°/mole.}$$

b) *Etude à pression constante de 1 mm de mercure :*

$t$	$f_c$	$\alpha$	$\tau \cdot 10^5$
30°	1.700	0,44	8,5
36	2.800	0,44	5,0
40	5.500	0,44	2,6
47	9.700	0,44	1,5
52	20.000	0,46	0,72
58	42.000	0,49	0,34
68	82.000	0,50	0,18

$$\epsilon_{\infty} = 7 \quad \epsilon_{01} = 65 \quad E = 22 \pm 2 \text{ Kcal/mole}$$

$$S = 28 \pm 4 \text{ Cal/d°/mole.}$$

c) *Etude à température constante  $t = 46^\circ$  :*

A partir de la pression atmosphérique, on établit cette pression de 1 mm de mercure et on observe l'évolution de la dispersion diélectrique en fonction du temps, le départ d'eau demandant plusieurs heures pour la réalisation d'un nouvel équilibre (fig. 3).

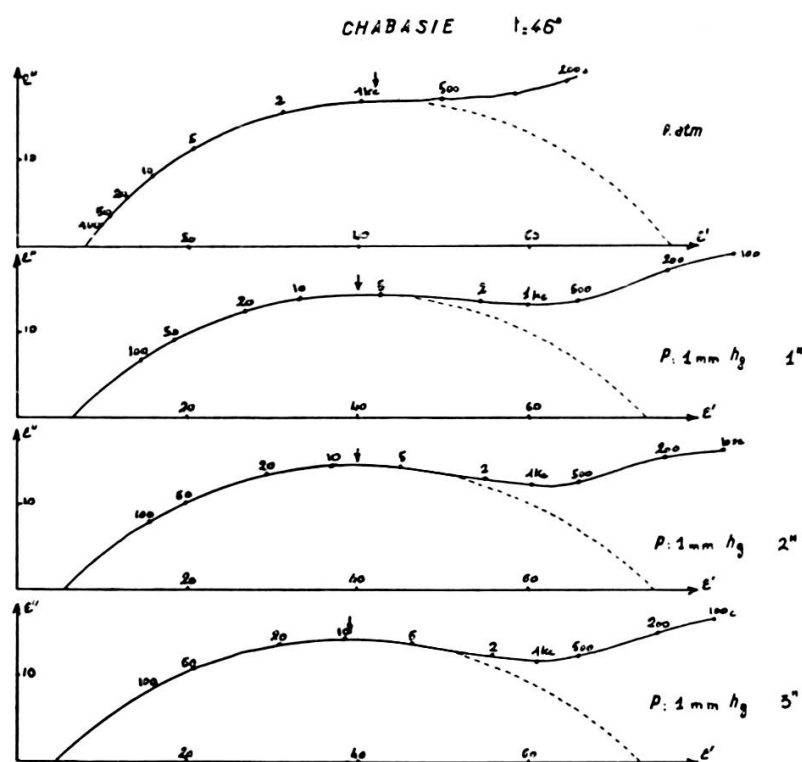


Fig. 3.

Evolution du diagramme de Cole-Cole au cours d'un départ partiel d'eau à température constante.

Temps	$f_c$	$\alpha$	$\tau \cdot 10^5$
0	1.000	0,41	11,3
1 heure	6.000	0,49	1,9
2	7.800	0,50	1,45
3	10.000	0,50	1,13

### *Structure de la chabasie.*

Deux versions ont été publiées (Wyart [3], Dent et Smith [4]). Elles font toutes les deux apparaître un squelette de tétraèdres (Si, Al)  $O_4$  formant des sortes de cages où se logent les molécules d'eau et les cations (fig. 4). La taille de ces cages est différente dans les deux structures décrites,

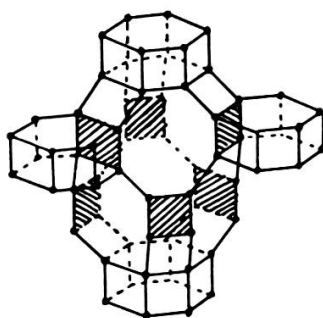


Fig. 4.

Structure de la chabasie d'après Dent et Smith.  
Position des atomes Si ou Al.

de même que le nombre de molécules d'eau qu'elles contiennent: 3 pour Wyart, 6 à 7 pour Dent et Smith. Dans les deux cas, ces cages communiquent entre elles par de larges canaux permettant le passage des molécules d'eau et des cations.

### *Interprétation des résultats.*

La relaxation diélectrique doit être attribuée à la contribution des molécules d'eau polaires susceptibles de changer d'orientation. Ceci expliquerait la grande constante diélectrique statique, ainsi que les variations de  $\tau$  avec la pression à température constante. En effet, dans ce cas, on voit que des variations de la teneur en eau du cristal modifient fortement  $\tau$ .

La grande mobilité des molécules d'eau et des cations change perpétuellement l'entourage d'une molécule d'eau donnée et, par conséquent, le champ de force autour d'elle. Il faut donc donner à  $\tau$  la valeur d'un temps le plus probable et voir là l'origine de l'importante dispersion des temps de relaxation, voire même, peut-être, l'existence des deux domaines. Wyart a signalé, en effet, qu'il y a lieu de classer les molécules d'eau en deux groupes: une partie au contact des cations, l'autre entourée seulement d'atomes d'oxygène.

L'interprétation microscopique de  $E$  et  $\Delta S$  aux diverses pressions nécessitera des expériences complémentaires, en particulier, à pression de vapeur d'eau constante. En effet, la diminution de  $\tau$  avec l'élévation de la température provient non seulement de l'augmentation de l'agitation thermique, mais aussi du départ d'eau. Les valeurs de  $E$  mesurées correspondent donc à une limite supérieure de la barrière de potentiel de rotation de l'eau dans le cristal, d'autant plus que la pression est faible.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. COLE, K. S.-R. H. COLE (1941), *J. Chem. Phys.*, 9, n° 4, 341.
  2. POWLES, J. G. (1953), *J. Chem. Phys.*, 21, 633.
  3. WYART, J. (1933), *Bull. Soc. franç. Minér. Crist.*, 56, 81.
  4. DENT, L. S., J. V. SMITH (1958), *Nature*, 181, n° 4626, 1794.
-