Relaxation dipolaire de l'eau dans les aluminates de calcium hydrates du ciment alumineux

Jacques Le Bot, Alain Riopel, Pierre Boyer

► To cite this version:

Jacques Le Bot, Alain Riopel, Pierre Boyer. Relaxation dipolaire de l'eau dans les aluminates de calcium hydrates du ciment alumineux. J. Phys. Radium, 1961, 22 (10), pp.731-733. 10.1051/jphys-rad:019610022010073101 . jpa-00236566

HAL Id: jpa-00236566

<https://hal.science/jpa-00236566>

Submitted on 1 Jan 1961

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.

**RELAXATION DIPOLAIRE DE L'EAU
DANS LES ALUMINATES
DE CALCIUM HYDRATÉS
DU CIMENT ALUMINEUX**

par Jacques LE BOT, Alain RIOPEL et Pierre BOYER
Faculté des Sciences de Rennes.

Les premiers résultats obtenus au cours de l'étude —
en spectroscopie hertzienne — des ciments alumineux
ont conduit à un rapprochement des phénomènes de

relaxation dipolaire observés sur ces liants et sur certains de leurs constituants hydratés.

1. **Aluminates de calcium hydratés.** — L'aluminate monocalcique hexagonal CAH_{10} (1 CaO , 1 Al_2O_3 , 10 H_2O) et l'aluminate tricalcique cubique C_3AH_6 sont deux des principaux produits de l'hydratation des ciments alumineux. Le CAH_{10} semble être le constituant responsable de la cohésion initiale élevée de ce type de liant, le C_3AH_6 paraît être le résultat final d'une évolution favorisée par certaines conditions de conservation (température, hygrométrie, pH), évolution se traduisant par des propriétés mécaniques souvent moins bonnes [3].

Sur des échantillons de ces deux produits, identifiés par leurs spectres de rayons X [5], nous avons détecté des phénomènes de relaxation dipolaire se traduisant par l'apparition de bandes dont les principes caractéristiques sont résumées ci-après :

CAH_{10}		C_3AH_6	
FRÉQUENCE	TEMPÉRATURES DES MAXIMA	FRÉQUENCE	TEMPÉRATURES DES MAXIMA
100 Hz	158 °K	100 Hz	221 °K
1 KHz	167 °K	1 KHz	231 °K
10 KHz	179 °K	10 KHz	257 °K
100 KHz	190 °K	100 KHz	280 °K
Énergie d'activation : 0,50 eV		Énergie d'activation : 0,70 eV	

En fait, la soustraction de la conductivité est nécessaire pour situer la position des maxima de la grandeur $(\epsilon'' + \sigma/\epsilon_0\omega)$ intervenant dans le calcul de l'énergie d'activation. Ce calcul graphique a été justifié antérieurement [4] [1].

2. **Ciments alumineux conservés après gâchage à la température ambiante.** — Sur un échantillon de ciment alumineux conservé dans les conditions normales de prise pendant 73 jours après le gâchage, nous avons détecté une bande de relaxation dipolaire [2].

La comparaison des caractéristiques de cette bande (position, énergie d'activation) avec les valeurs indiquées ci-dessus pour le CAH_{10} permet d'attribuer le phénomène observé à la présence de cet aluminate. Cette identité est encore confirmée par une expérience relative à la déshydratation : en maintenant en atmosphère sèche le ciment durci broyé en poudre fine et l'aluminate CAH_{10} , on fait disparaître dans les deux cas la bande de relaxation dipolaire ; cette bande est donc caractéristique d'un même mode de fixation de l'eau dans le liant durci et dans l'aluminate.

Nous avons essayé de retrouver le même phénomène en étudiant un ciment Secar gâché et conservé dans les mêmes conditions (le ciment Secar est un ciment alumineux pur exempt de fer). Les résultats de ces mesures sont beaucoup moins nets étant donné la conductivité extrêmement élevée du produit. Ce phénomène de conductivité, inattendu sur un liant contenant moins d'impuretés que le ciment alumineux, mériterait d'être étudié en vue d'une interprétation ; quant au phénomène de relaxation dipolaire, il n'infirme nullement l'hypothèse, basée sur l'étude radio-

cristallographique, d'un mode de fixation de l'eau analogue à celui invoqué pour le ciment alumineux.

3. **Ciments alumineux conservés après gâchage à 50 °C sous eau.** — Ce traitement est destiné à accélérer l'évolution du liant et la formation de C_3AH_6 : l'étude radiocristallographique montre en effet qu'au bout de quelques jours le seul constituant hydraté que l'on caractérise est C_3AH_6 .

FIG. 1.

Nous avons effectué des études diélectriques sur un ciment gâché à 25 ou 30 % d'eau après divers temps de conservation dans les conditions indiquées ci-dessus.

3.1. **TEMPS DE CONSERVATION : 6 JOURS.** — Le tracé de la courbe des variations de l'absorption diélectrique $(\epsilon'' + \sigma/\epsilon_0\omega)$ en fonction de la température fait apparaître, comme on pouvait s'y attendre, une bande de caractéristiques analogues à celle détectée pour C_3AH_6 ; toutefois on observe également avec une remarquable intensité une bande analogue à celle détectée pour CAH_{10} alors que l'analyse radiocristallographique réfute l'existence de ce dernier produit.

3.2. **TEMPS DE CONSERVATION : 3 JOURS.** — C'est la bande de l'aluminate monocalcique qui apparaît seule dans ces conditions :

FRÉQUENCES	TEMPÉRATURES DES MAXIMA	Énergie d'activation : 0,45 — 0,50 eV
100 Hz	159 °K	
1 KHz	165 °K	
10 KHz	182 °K	
100 KHz	190 °K	

3.3. **CIMENT SECAR CONSERVÉ 3 JOURS A 50 °C SOUS EAU.** — Pas plus que dans les conditions de conservation normales, et étant donné la conductivité élevée

du produit, on ne détecte la bande analogue à celle du CAH_{10} . Mais on observe nettement une bande de caractéristiques identiques à celles du C_3AH_6 :

FRÉQUENCES	TEMPÉRATURES DES MAXIMA	
100 Hz	220 °K	
1 KHz	229 °K	Énergie d'activation :
10 KHz	248 °K	0,65 — 0,70 eV
100 KHz	270 °K	

4. Résultats. — L'étude des phénomènes de relaxation dipolaire permet par conséquent de déterminer des modes de fixation de l'eau identiques sur les ciments alumineux hydratés d'une part, et sur deux des principaux aluminates de calcium hydratés d'autre part :

Pour les ciments alumineux effectuant leur prise dans les conditions normales, l'eau semble se fixer comme dans l'aluminate monocalcique hexagonal. Si les conditions de conservation sont favorables à la formation d'aluminate cubique, on détecte simultanément les deux modes de fixation de l'eau correspondant à l'aluminate hexagonal et à l'aluminate cubique, même dans les cas où l'étude aux rayons X montre l'absence de l'aluminate CAH_{10} .

Ce résultat n'infirme pas les conclusions de l'étude radiocristallographique : c'est l'un des intérêts de la méthode diélectrique de fournir des renseignements non sur les formes cristallines, mais sur les ordres de grandeur relatifs des forces de liaison des molécules polaires.

Les échantillons des aluminates hydratés et des ciments alumineux nous ont été fournis par M. Rabot, Directeur du Centre de La Jonchère des Ciments Lafarge, avec qui nous avons eu également plusieurs discussions intéressantes.

Lettre reçue le 28 juin 1961.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] GOMET (J. C.), Diplôme d'Études Supérieures, Rennes, 1959.
- [2] LE BOT et coll., Communication au IX^e Colloque Ampère, Pise, 1960.
- [3] LHOPITALIER, « Les aluminates de calcium et les ciments alumineux ». Communication au 4^e Symposium international de la chimie du ciment, Washington, 1960.
- [4] LIDIARD, « Defects in crystalline solids ». Conférence de Bristol, *Hand. Physik*, 1957, 20.
- [5] RABOT (R.), Communication privée.