LETTRES A LA RÉDACTION

SUR L'ABSORPTION DEBYE HERTZIENNE
DES CIMENTS

Par Jacques LE BOT,
Faculté des Sciences de Rennes.

L'étude de l'absorption hertzienne des ciments a été abordée en vue de rechercher le mécanisme de la fixation de l'eau sur les corps possédant des propriétés hydrauliques.

Produits étudiés. — Les mesures d'absorption hertzienne ont porté sur 2 échantillons de ciment Portland artificiel (C. P. A.-C. P. B.) et un échantillon de ciment alumineux non normalisé. Ces trois ciments sont composés essentiellement de chaux, silice et alumine, et diffèrent notamment par la plus forte proportion d'alumine (40 % au lieu de 8 %) du ciment alumineux.

Les échantillons ont été étudiés sous trois formes :
— à l'état de livraison, en poudre (ayant absorbé une quantité de vapeur d'eau assez faible) ;
— après dessiccation à l'étuve du même produit ;
— après gâchage, avec une quantité d'eau bien déterminée, dans les conditions normalisées.

Techniques expérimentales. — Les méthodes de mesures électriques et thermiques, couramment utilisées au Laboratoire de Physique de Rennes, ont permis de déterminer les valeurs de ϵ' et ϵ'' en fonction de la température — de 4° à 350 °K — et pour les quatre fréquences de 0,1 - 1 - 10 - 100 kHz.

Dans certains cas, du fait de la présence d'eau, il est à noter que l'absorption par conductibilité ionique a pu masquer les phénomènes d'absorption dipolaire Debye.

Ciment Portland artificiel. — Des divers facteurs susceptibles d'intervenir dans nos mesures, il est possible d'éliminer tout d'abord la provenance du liant et la quantité d'eau de gâchage. En effet les deux ciments artificiels de provenance différente mais de composition sensiblement identique ont donné les mêmes résultats ; d'autre part la variation de la quantité d'eau de gâchage modifie les valeurs absolues de ϵ'' , mais ne paraît pas intéresser sensiblement la position des maxima et les valeurs de l'énergie d'activation données par $v_0 = A \exp - V/kT$.

A) CIMENT GÂCHÉ. — 1. Les mesures effectuées quelques heures après le gâchage ont mis en évidence une bande d'absorption dont les maxima se situent entre 88° et 135 °K, pour les fréquences comprises

entre 0,1 et 100 kHz (fig. 1). Cette bande s'étale et se déplace vers les basses températures, en fonction du temps, c'est-à-dire de la prise du liant.

FIG. 1. — C. P. B. 2, gâché 40 % eau, $\nu = 1$ kHz.

L'énergie d'activation correspondante* varie de 0,20 à 0,10 eV, et $\log A$ passe de 12,8 à 9,8 depuis la date du gâchage jusqu'à 3 jours d'âge ; après ce délai, la bande n'est pratiquement plus visible.

2. Après un délai de 2 jours environ, une seconde bande se précise d'abord sous la forme d'une inflexion de la courbe $\epsilon''(T)$, puis de plus en plus nettement à mesure de la diminution de l'absorption par conductibilité ionique (fig. 1). A l'inverse de la précédente, cette bande est stable, et les maxima se situent entre 120° et 170° K (ν variant de 0,1 à 10 kHz). L'énergie d'activation correspondante est de 0,28 eV ($\log A = 13$).

FIG. 2. — C. P. B. 2, poudre + vapeur d'eau.

B) CIMENT EN POUDRE HUMIDE. — 1. Nous avons retrouvé entre 120° et 170 °K la même bande d'absorption qui vient d'être décrite ; les maxima des courbes $\varepsilon''(T)$ sont beaucoup plus faibles mais très nets, et les valeurs de U et $\log A$ sont égales aux précédentes (fig. 2).

2. Les résultats des mesures effectuées au-dessus de la température ambiante ont été perturbés par le phénomène d'absorption par conductibilité ionique ; il en est *a fortiori* de même pour le ciment gâché dans la même zone de température.

C) CIMENT EN POUDRE SÉCHÉE. — 1. La bande d'absorption observée entre 120° et 170 °K pour les produits hydratés et humides disparaît après la dessiccation de l'échantillon à 90 °C.

2. Pour les fréquences de 0,1 et 1 kHz, ε'' présente un maximum vers 340° et 410 °K. Toutefois l'existence d'une bande d'absorption dans cette région n'a pu être vérifiée avec certitude, peut-être en raison de l'influence de la température élevée sur le départ de l'eau adsorbée.

Ciment alumineux. — A) CIMENT GÂCHÉ. — Nous n'observons qu'une seule bande très nette, située à basse température ; elle apparaît dès le gâchage (entre 55° et 79 °K pour les fréquences entre 0,1 et 100 kHz) et ne se déplace pas avec le temps. L'énergie d'activation correspondante est 0,112 eV ($\log A = 12,2$).

B) CIMENT EN POUDRE HUMIDE. — La bande précédente se retrouve aux mêmes températures et présente pratiquement les mêmes caractéristiques : $U = 0,118$ eV $\log A = 12,7$.

Au voisinage de la température ambiante, les courbes $\varepsilon''(T)$ présentent des inflexions qui paraissent indiquer l'existence d'une bande masquée par la conductibilité ionique.

C) CIMENT EN POUDRE SÉCHÉE. — La dessiccation à l'étuve sous un vide de 10^{-2} mm Hg ne suffit pas à diminuer sensiblement l'intensité de la bande située entre 55° et 79 °K et dont les caractéristiques demeurent à peu près les mêmes : $U = 0,120$ eV ($\log A = 12,8$). Par contre ce traitement laisse apparaître avec netteté la bande envisagée pour le ciment humide aux températures élevées. Les maxima se placent entre 227 °K ($\nu = 0,1$ kHz) et 334 °K ($\nu = 100$ kHz). L'énergie d'activation correspondante est de 0,400 eV ($\log A = 11$) (fig. 3).

Les premiers résultats de cette étude devront être complétés, d'une part en effectuant des mesures sur d'autres produits (particulièrement les constituants séparés des ciments : silice, alumine, chaux), et d'autre part en contrôlant le traitement préalable (température-humidité). Mais nous avons tenu cependant à indiquer dès maintenant cette nouvelle méthode d'étude des ciments et de leur prise.

Lettre reçue le 18 juillet 1957.

FIG. 3. — Ciment alumineux 3. Poudre séchée.