

PHENOMENES DE RELAXATIONS DIELECTRIQUES ET DE RESONANCE DANS LES MATERIAUX DE TYPE PEROVSKITE

H. KERMOUN et L. BENZIADA-TAÏBI

Laboratoire de Métallurgie Structurale, Institut de Chimie, U.S.T.H.B., B.P. 32, El-Alia, 16111 Bab-Ezzouar, Alger.

Au cours de ces dernières années, les matériaux céramiques à propriétés non linéaires ont connu un développement considérable. L'intérêt porté aux pérovskites (CaTiO_3 , SrTiO_3 , BaTiO_3 ...) et leurs propriétés diélectriques n'a pas cessé de croître. Les exigences technico-économiques, orientées essentiellement vers la miniaturisation et la production à moindre coût, sont à l'origine de la découverte de nouveaux matériaux performants. La tendance actuelle est à l'élaboration de ces matériaux en couches minces et à leur utilisation dans la conception des circuits intégrés. Les domaines d'applications les plus récents sont ceux de l'aéronautique, des antennes guides d'ondes, des filtres, des liaisons satellites, du traitement et stockage des informations.

L'objectif du présent travail est l'étude des phénomènes de relaxations diélectriques et de résonance dans les matériaux de type pérovskite. Ces phénomènes caractérisent un diélectrique lorsqu'il est soumis à un champ électrique et sont générés par divers mécanismes de polarisation (polarisation électronique, polarisation dipolaire, polarisation ionique, polarisation inter faciale).

Un phénomène de relaxation diélectrique est dû aux vibrations des dipôles ou des charges d'espace. Une relaxation diélectrique de type Debye est caractérisée par une valeur constante de ϵ'_r suivie d'une chute brutale, alors que ϵ''_r présente un pic large qui passe par un maximum à la fréquence de relaxation f_r . Le diagramme de ϵ''_r en fonction de ϵ'_r est un demi-cercle centré sur l'axe des abscisses (Fig. 1).

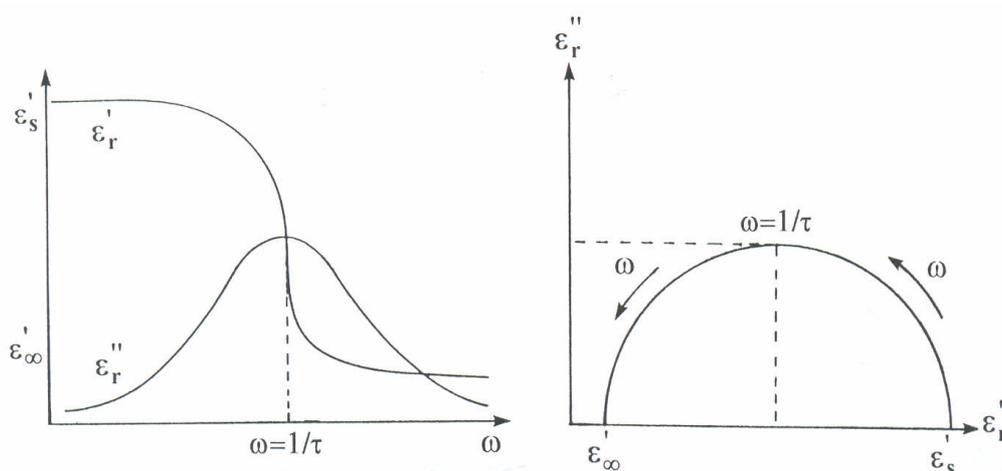


Figure 1: Variation de ϵ'_r et ϵ''_r en fonction de la fréquence et de ϵ''_r en fonction de ϵ'_r (Loi de Debye)

Dans la plupart des diélectriques, un écart à la loi de Debye est observé. Plusieurs corrections empiriques ont été donc proposées afin d'obtenir des formulations conformes aux résultats expérimentaux (loi de Cole – Cole, loi de Cole – Davidson). Ce phénomène de relaxation diélectrique, appelé aussi dispersion normale, est observé dans quelques oxydes de type pérovskite tel que BaTiO_3 et les phases dérivées de ce matériau. La fréquence de relaxation f_r peut être modulée par diverses substitutions ioniques.

Le phénomène de résonance est dû aux vibrations des électrons, des atomes ou des ions dans le réseau cristallin. Un tel phénomène est appelé aussi dispersion anormale de la constante diélectrique. Une courbe de résonance est caractérisée par un pic étroit de ϵ''_r dont le maximum correspond à la fréquence de résonance. Quant à la variation de ϵ'_r avec la fréquence, la courbe augmente hyperboliquement en passant par un maximum, puis chute brutalement, atteint un minimum avec une valeur négative puis croît de nouveau de manière asymptotique (Fig. 2).

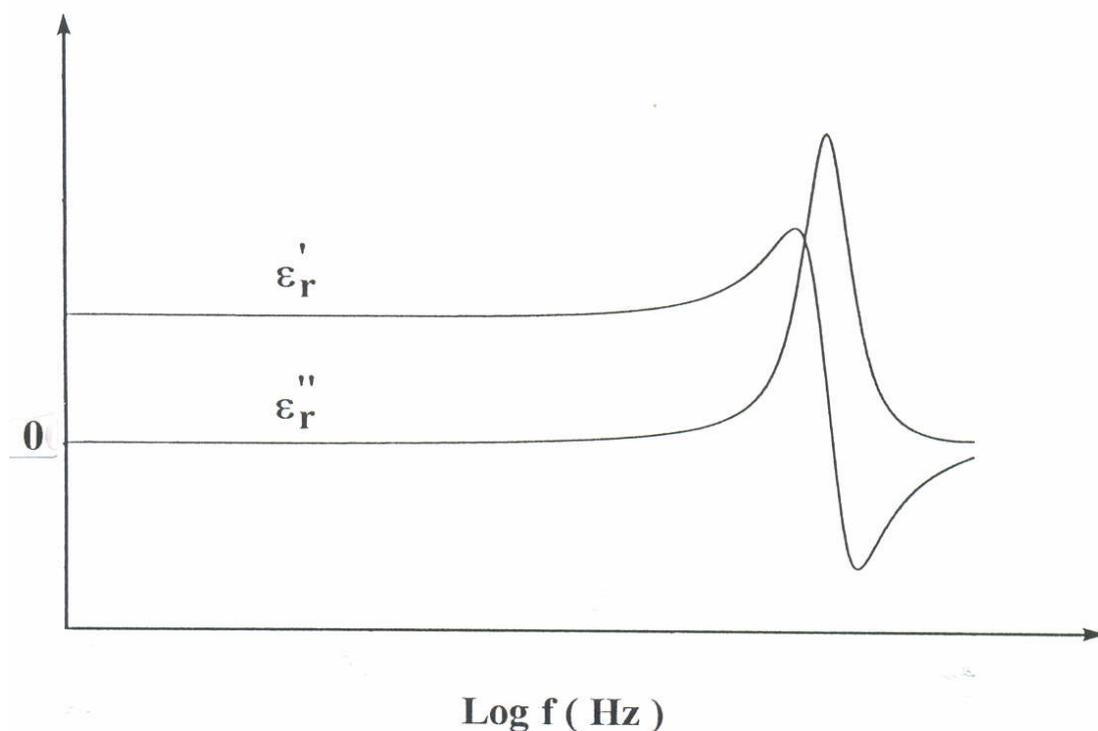


Figure 2: Variation de ϵ'_r et ϵ''_r en fonction de la fréquence dans le cas d'une résonance

Dans le domaine de fréquence où ϵ'_r est négatif, les ondes électromagnétiques ne se propagent pas dans le matériau mais sont réfléchies à la surface. Le titanate de strontium (SrTiO_3) est un matériau qui présente des phénomènes de résonance. Récemment, les mesures diélectriques que nous avons réalisées sur des céramiques oxyfluorées $\text{Sr}_{1-x}\text{M}_x(\text{Ti}_{1-x}\text{Li}_x)\text{O}_{3-3x}\text{F}_{3x}$ ($\text{M} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Pb}$) dérivées de ce matériau ont révélé l'existence d'une résonance. La fréquence de résonance, qui dans tous les cas dépend de la composition x , est nettement inférieure à celle de SrTiO_3 pur.