

**Stay home, save your country**

Université Mohamed Boudiaf M'sila  
Faculté des Science  
Département de Physique  
Master 1 Physique Appliquée



## FERROELECTRICITE

### I.5. FERROELECTRICITE

#### I.5.1. DEFINITION

La ferroélectricité est la propriété qu'ont certains matériaux de posséder une polarisation électrique à l'état spontané, polarisation qui peut être renversée par l'application d'un champ électrique extérieur. La signature d'un matériau ferroélectrique est donnée par son cycle d'hystérésis [10].

Il traduit la variation de sa polarisation en fonction du champ électrique appliqué et il s'agit d'une sous-famille des matériaux pyroélectriques [10 ; 15].

#### I.5.2. TEMPERATURE DE CURIE ET TRANSITION DE PHASE

Au-dessus de la température de Curie, c'est dans la phase cubique que le PZT cristallise. En dessous de cette température  $T_c$ , différentes structures deviennent possibles en fonction du rapport de Zr et de Ti, où la température de Curie c'est la température à laquelle les matériaux ferroélectriques perdent leur polarisation spontanée en subissant un changement de phase [16].

Nous pouvons classer ces structures en fonction du taux de zirconium noté «x» dans la formule générique :  $Pb(Zr_x, Ti_{1-x})O_3$ .

Pour  $[x < 0.45]$  : nous sommes dans le domaine riche en zirconium et la phase de cristallisation présente une structure rhomboédrique. Le PZT possède un moment dipolaire permanent [16].

Pour  $[x > 0.55]$  : nous sommes dans le domaine riche en titane et cette fois la phase de cristallisation présente une structure quadratique.

Pour une valeur de  $x$  entre  $[0.45$  et  $0.55]$  : nous avons un mélange des deux structures et c'est pour cette raison que cette phase se nomme morpho tropique. C'est dans cet intervalle quelles propriétés piézoélectriques du PZT sont les meilleures [15].

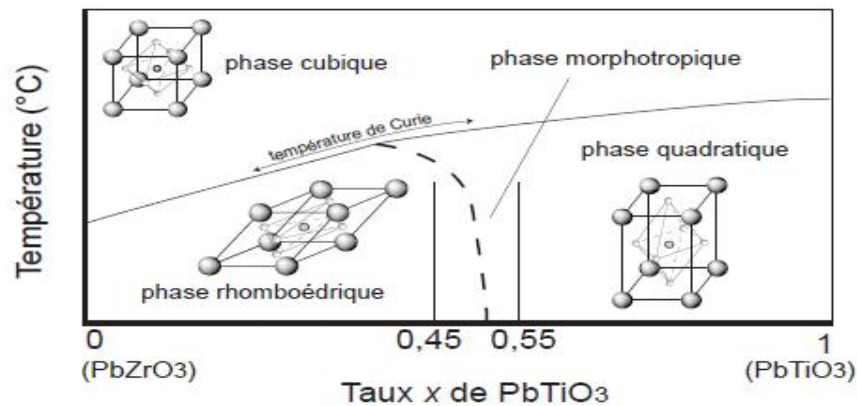


Figure I.11 : Transitions de phases de PZT en fonction de température [16].

### I.5.3. CYCLE D'HISTERISIS D'UN MATERIAU FERROELECTRIQUE

Le matériau polarisé sous champ électrique possède un moment dipolaire rémanent qui se traduit par une polarisation rémanente à champ nul [15]. L'évolution de la polarisation en fonction du champ apparaît sous la forme d'un cycle d'hystérésis (Figure I.12).

Le champ coercitif noté  $E_c$  est le champ électrique nécessaire pour réorienter les dipôles du matériau ferroélectrique [15].

La polarisation rémanente  $P_r$  correspond à la valeur de la polarisation à champ nul. Sous des valeurs de champ très élevées, la polarisation sature à  $\pm P_s$  ou la polarisation spontanée.

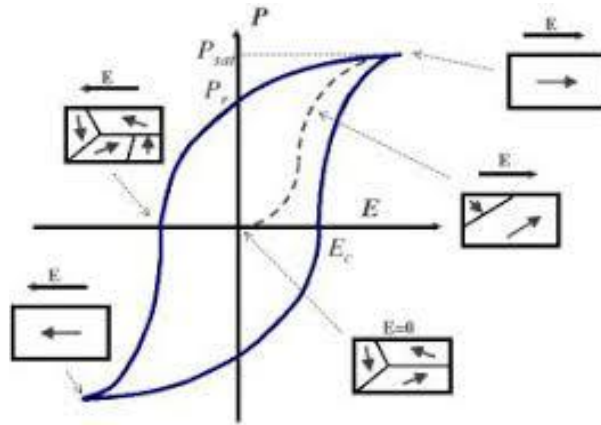


Figure I.12 : Cycle d'hystérésis  $P = f(E)$  d'un matériau ferroélectrique [16].

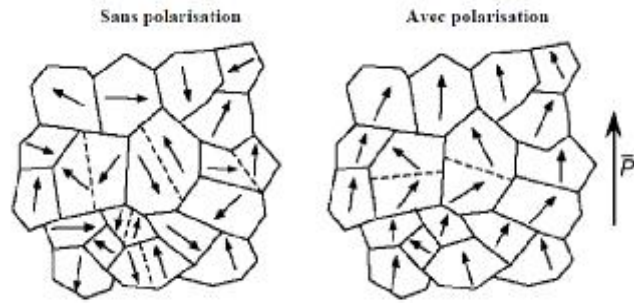
#### I.5.4. POLARISATION DES MATERIAUX FERROELECTRIQUE

Les matériaux ferroélectriques divisés en domaines au sein desquels des dipôles sont orientés dans la même direction. Deux domaines adjacents possèdent des directions de polarisation différentes définies par la symétrie cristalline et sont séparés par une frontière appelée mur de domaine [8].

Sous sollicitation électrique ou mécanique, les murs de domaines se déplacent et leur mouvement est responsable de la déformation dans le cristal [9].

Les polarisations spontanées des différents domaines sont orientées au hasard après frittage et le matériau n'a macroscopiquement aucun moment dipolaire électrique. Pour que le matériau possède un moment dipolaire rémanent, il faut orienter ces domaines dans une direction donnée [11].

On doit donc soumettre le matériau ferroélectrique à un champ électrique intense qui aligne préférentiellement dans sa direction la polarisation des domaines. Les murs de domaines vont alors se déplacer, certains domaines vont croître en volume et d'autres disparaître avec l'augmentation du champ [8].



**Figure I .13 : Evolution des orientations des domaines ferroélectriques sous l'effet d'un champ électrique [8].**

Z.TORKI MULTIFONCTIONNELS