

**Différentes théories ont été imaginées pour expliquer le claquage diélectrique dans les solides**

**Claquage thermique**

La conductivité non nulle du matériau engendre à une élévation de la température par effet Joule. Lorsque la température augmente, la conductivité augmente et il se produit un « emballement » thermique. Or la rigidité diélectrique diminue nettement avec la température.

En AC haute fréquence (autour du MHz), il peut y avoir résonance avec une polarisation par orientation, ce qui engendre aussi un échauffement et, en outre, une rupture des liaisons chimiques.

**Claquage électromécanique**

Selon ce mécanisme, le champ électrique exerce des compressions mécaniques. Les déformations qui en résultent finissent par provoquer la rupture du matériau.



Soit un échantillon d'épaisseur initiale  $D_0$ , avec une permittivité absolue  $\epsilon$  et un module d'Young  $Y$ . Dans l'échantillon comprimé sous l'effet d'une tension  $U$  (correspondant à un champ électrique  $E$ ), l'énergie électrostatique vaut :

$$W_{el} = \frac{1}{2} \epsilon E^2 = \frac{1}{2} \epsilon \frac{U^2}{D^2} \quad [J] \quad (1)$$

Et l'énergie mécanique :

$$W_{mec} = Y \ln\left(\frac{D_0}{D}\right) \quad [J] \quad (2)$$

À l'équilibre :

$$W_{mec} = W_{el} \quad [J] \quad (3)$$

$$\Rightarrow U^2 = \frac{2Y}{\epsilon} D^2 \ln\left(\frac{D_0}{D}\right) \quad [V^2] \quad (4)$$

La tension présente un maximum pour une certaine valeur de  $D$  :

$$\frac{d}{dD} U^2 = \frac{2Y}{\epsilon} D \left[ 2 \ln\left(\frac{D_0}{D}\right) - 1 \right] \quad [V^2] \quad (5)$$

Cette dérivée est nulle pour :

$$\ln\left(\frac{D_0}{D}\right) = \frac{1}{2} \quad [-] \quad (6)$$

$$\Rightarrow D^2 = \frac{D_0^2}{e} \quad [m^2] \quad (7)$$

En introduisant (6) et (7) dans (4), on obtient la valeur maximale de  $U$  :

$$U_{max} = D_0 \sqrt{\frac{Y}{e\epsilon}} \quad [V] \quad (8)$$

La relation ci-dessus – connue sous le nom de relation de Garton – donne en fait un maximum possible de la tension disruptive. En pratique, celle-ci est toujours bien plus faible que la valeur obtenue par ce modèle.

**Claquage par streamer**

Tout comme dans les gaz et les liquides, les électrons suffisamment accélérés peuvent ioniser des molécules sur leur passage et déclencher une avalanche électronique.

**Claquage par érosion**

Ce mécanisme de claquage intervient sur le long terme : il est dû à l'agrandissement progressif des cavités dans lesquelles se produisent des décharges partielles, au cours d'une mise en œuvre normale de l'isolant.