

# Les fiches techniques

3

## Les matériaux Les matériaux isolants



# 3 Matériaux isolants

## 3.1 Classification

Les matériaux constitués d'atomes possédant sur leur couche périphérique un nombre d'électrons supérieur à cinq sont classés dans la famille des isolants.

## 3.2 Propriétés physiques

### 3.2.1 Masse $m$

La masse d'un solide est donnée par le produit de sa masse volumique par son volume.

$$m = V \times \rho$$

Avec :  
 $m$  en kg et  $V$  en  $m^3$  et  $\rho$  en  $kg/m^3$ .

### 3.2.2 Résistivité thermique $\rho_T$

Propre à chaque matériau, elle est repérée  $\rho_T$  et s'exprime en  $^{\circ}C/W$  ou en  $^{\circ}C \cdot m/W$  suivant les différentes utilisations.

### 3.2.3 Résistance thermique $R_{th}$

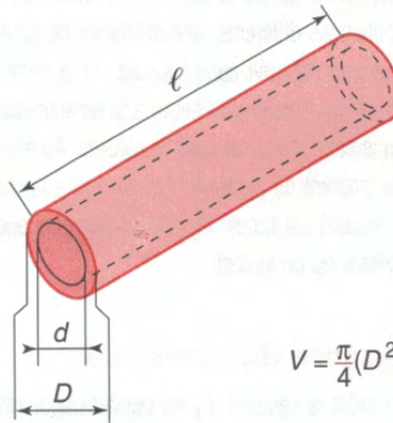
Les matériaux s'opposent plus ou moins à la propagation de la chaleur, on parle de résistance thermique.

La différence de température entre deux faces d'un matériau est proportionnelle à la puissance thermique qui le traverse, cette proportionnalité s'appelle la résistance thermique et s'exprime en  $K/W$  si la puissance est exprimée en watt (cas des dissipateurs pour composants électroniques) ou en  $K \cdot m/W$  si la puissance linéique est exprimée en  $W/m$  (cas des câbles électriques). Il est courant d'exprimer la résistance thermique en  $^{\circ}C/W$ .

$$\Delta\theta = R_{th} \times P$$

avec :  
 $\Delta\theta$  : différence de température entre deux faces ;  
 $R_{th}$  : résistance thermique en  $^{\circ}C/W$ , ou  $K/W$  ;  
 $P$  : puissance thermique traversant le matériau.

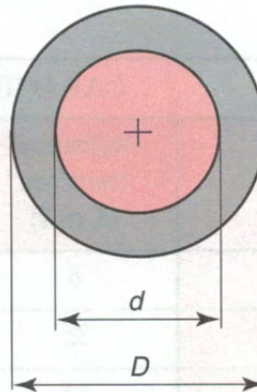
## VOLUME D'UN ISOLANT DE CONDUCTEUR



$$V = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \times l$$

RÉSISTIVITÉ DES MATÉRIAUX ISOLANTS			
Matériau	$\rho_T$ ( $^{\circ}C \cdot cm/W$ )	Matériau	$\rho_T$ ( $^{\circ}C \cdot cm/W$ )
Polyéthylène réticulé PR	350/450	Polychlorure de vinyle PVC	700
Polyéthylène PE	350	Néoprène PCP	550
Caoutchouc EPR/EPDM	450/550	Caoutchouc thermoplastique	450
Caoutchouc de silicone	350/450	Polyamides PA	500

## RÉSISTANCE THERMIQUE D'UN ISOLANT DE CONDUCTEUR



$$A = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{D}{d}$$

La résistance thermique est le produit entre la résistivité thermique  $\rho_T$  et un coefficient  $A$  dépendant de la forme du matériau.

$$R_{th} = \rho_T \times A$$

\* ln = logarithme népérien.



### 3.24 Rigidité diélectrique

Lorsque deux parties conductrices séparées par un isolant sont portées à des potentiels différents, une différence de potentiel apparaît et un champ est créé dans l'isolant. Si la différence de potentiel atteint une valeur supérieure à la tension disruptive du matériau isolant, il y a claquage de celui-ci. Au moment du claquage, le gradient de potentiel (rapport entre la ddp et l'épaisseur de l'isolant) est appelé rigidité diélectrique, elle est exprimée en kV/mm ou en kV/cm.

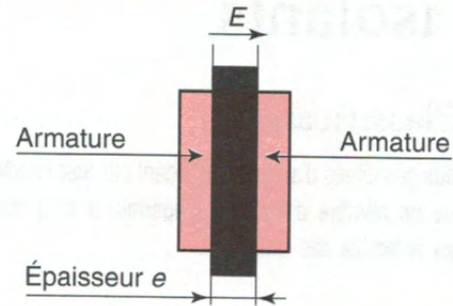
### 3.25 Constance diélectrique $\epsilon$

C'est le rapport entre la capacité  $C_X$  du condensateur réalisé par les deux parties conductrices et l'isolant utilisé et la capacité  $C_{air}$  du même montage dans lequel l'air remplace l'isolant. Le gradient de potentiel est inversement proportionnel à la constante diélectrique.

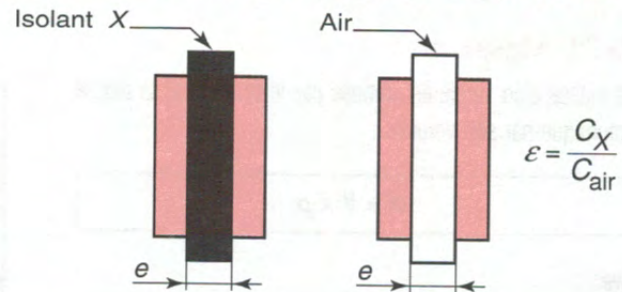
### 3.26 Facteur de pertes : $\tan \delta$

Les isolants utilisés ne possèdent pas une résistance électrique infinie, ils sont donc parcourus par des courants plus ou moins importants entraînant des pertes. Dans le condensateur formé par les parties conductrices et l'isolant soumis à une tension alternative, circule un courant qui n'est pas en quadrature avec la tension appliquée. Il y a déphasage et donc création de pertes énergétiques proportionnelles à la tangente d'un angle repéré  $\delta$  et appelé facteur ou angle de pertes.

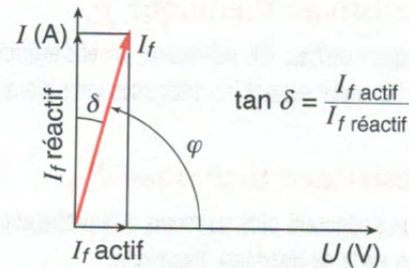
#### CONDENSATEUR FORMÉ PAR DEUX PARTIES ÉLECTRIQUES ET UN ISOLANT



#### DÉTERMINATION DE LA CONSTANCE DIÉLECTRIQUE



#### FACTEUR DE PERTES



### 3.3

#### CARACTÉRISTIQUES

Isolants	Résistivité thermique (K.m/W)	Constante diélectrique	Rigidité diélectrique (kV/mm)	Facteur ou angle de pertes
Polychlorure de vinyle (PVC)	6	4 à 8	30	–
Polyéthylène (PE)	3,5	2,3	40	0,001
Polyéthylène réticulé (PR)	3,5	2,3 à 5,8	35	–
Copolymère d'éthylène propylène (EPDM)	3,5	3 à 3,5	30	–
Caoutchouc de silicone (SIL)	3,5 à 4,5	3 à 5	30	–
Caoutchouc thermoplastique (TPR)	4,5	2,7	30	0,001