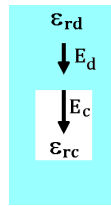


Mécanisme des décharges partielles

Soit un diélectrique solide de permittivité ϵ_{rd} , comportant une cavité gazeuse de permittivité ϵ_{rc} , et les champs électriques correspondant, E_d et E_c . Les déplacements électriques sont donnés par :

$$D_d = \epsilon_o \epsilon_{rd} E_d \quad \text{et} \quad D_c = \epsilon_o \epsilon_{rc} E_c$$



Par continuité de la composante normale de D (en l'absence de charges électriques), on a $D_d = D_c$, donc :

$$\frac{E_c}{E_d} = \frac{\epsilon_{rd}}{\epsilon_{rc}}$$

Or la permittivité d'un solide est toujours au moins égale à 2, alors que celle d'un gaz est très proche de 1 :

$$\epsilon_{rd} \geq 2 \quad \text{et} \quad \epsilon_{rc} \cong 1$$

$$\Rightarrow E_c \geq 2E_d$$

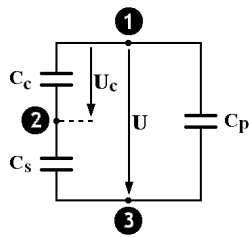
Dans le cas d'une cavité sphérique, on aurait :

$$E_c \geq 1,2E_d$$

Conclusion : Le champ électrique est toujours plus élevé dans la cavité que dans le diélectrique.

Charge apparente

Le diélectrique comportant une petite cavité peut être modélisé par le schéma ci-contre, où C_c représente la capacité de la cavité, C_s la capacité de l'isolant en série avec la cavité et C_p la capacité de l'isolant en parallèle avec la cavité.



Notons d'abord les ordres de grandeur suivants, la cavité étant très petite par rapport aux dimensions de l'échantillon :

$C_s \ll C_c$: la section est la même pour les deux capacités (section de la cavité), mais la dimension transversale est beaucoup plus grande pour C_s (\cong l'épaisseur de l'échantillon) que pour C_c (la hauteur de la cavité).

$C_s \ll C_p$: les dimensions transversales sont du même ordre (\cong l'épaisseur de l'échantillon), mais la section est beaucoup plus grande pour C_p (\cong section de l'échantillon) que pour C_s (section de la cavité)

À l'aide de ce modèle, on peut déterminer la charge apparente Q_{app} qui, injectée entre les points 1 et 3, y produirait la même différence de potentielle que la charge Q_c effectivement transférée dans la cavité. Or entre ces deux points, on peut écrire :

$$Q_{app} = U \left(C_p + \frac{C_c C_s}{C_c + C_s} \right) \cong U C_p \quad [C] \quad (1)$$

Entre les points 1 et 2, on a :

$$Q_c = U_c C_c \quad [C] \quad (2)$$

Et aussi (en considérant le diviseur capacitif formé par C_p et C_s en série) :

$$U = U_c \cdot \frac{C_s}{C_p + C_s} \cong U_c \cdot \frac{C_s}{C_p} \quad [V] \quad (3)$$

Des relations (1) à (3), on tire :

$$Q_{app} \cong Q_c \cdot \frac{C_p}{C_c} \quad [C] \quad (4)$$

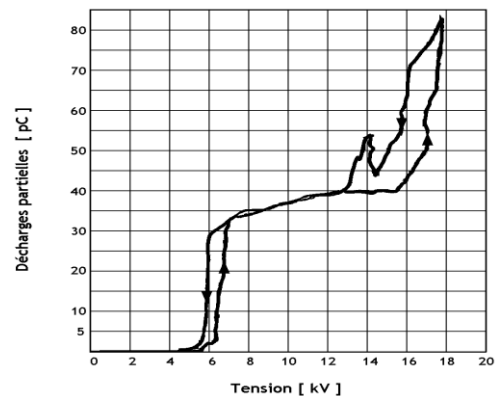
Paramètres mesurables

Les décharges partielles peuvent être mesurées en tension continue ou alternative. Pour les équipements du réseau électrique, la mesure se fait évidemment en AC 50 Hz. Les paramètres suivants peuvent être mesurés :

- les seuils d'apparition et d'extinction des décharges partielles.

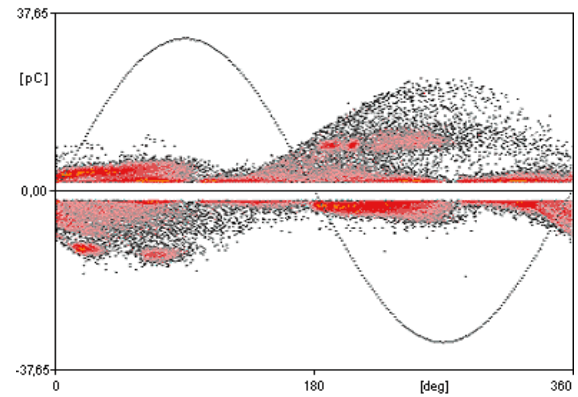
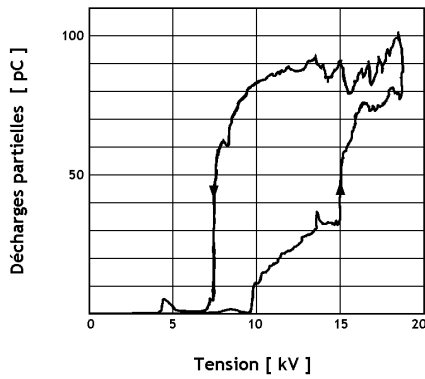
Lorsque la tension appliquée augmente de 0 à une valeur un peu supérieure à la tension assignée de l'objet, le niveau des décharges partielles présente un seuil au-dessous duquel il est quasi nul. La montée en tension doit être lente et régulière car les sauts de tension se traduisent par un signal transitoire qui se superpose à celui que l'on veut mesurer ; la durée d'une montée est de l'ordre de quelques minutes.

Elle est suivie immédiatement d'une descente à la même vitesse. Dans la figure ci-dessous, la montée et la descente ne montrent pratiquement pas d'hystérèse. En revanche, on y voit deux seuils (vers 6 kV et vers 15 kV), ce qui peut indiquer la présence de deux types de cavités, présentant des tensions d'amorçage différentes.



- l'hystérèse au cours d'un cycle montée – descente de tension.

La figure ci-après montre une hystérèse importante : les arcs qui éclatent dans les cavités restent allumés lorsque la tension diminue, et cela bien en dessous de la tension qui en avait provoqué l'amorçage lors de la montée. C'est le cas par exemple avec des cavités lenticulaires perpendiculaires au champ électrique, comme on en trouve dans le mica.



- la **variation du niveau des décharges en fonction du temps**, pour une tension un peu supérieure à la tension assignée, sur une période de quelques heures. Si on applique une tension correspondant à un certain niveau de décharges partielles (par exemple 50 pC) et que l'on maintient cette tension durant plusieurs heures :
 - le niveau des décharges peut **diminuer** au cours du temps. Ce comportement a été observé dans les isolations à résine, où les décharges dans les bulles induisent des réactions chimiques qui contribuent à accroître lentement la tension disruptive.
 - le niveau des décharges peut **augmenter** au cours du temps. Ce comportement est observé dans des isolations liquides, ou combinant solide et liquide (papier-huile), où les décharges dans les bulles contribuent à créer de nouvelles bulles.
- la distribution des décharges par rapport à la phase de la tension appliquée, comme le montre l'exemple ci-après. Les trois couleurs (gris, rose, rouge) correspondent en outre au taux de répétition des décharges. (Source : ABB).
- autres paramètres obtenus par traitements statistiques, comme par exemple la distribution en fréquence ou en énergie.

Méthode de diagnostic

Le niveau des décharges partielles est un paramètre important pour évaluer l'état d'un isolant : au cours de leur utilisation sous tension permanente, durant plusieurs décennies, les isolants de la haute tension connaissent différents mécanismes de dégradation, dus à la chaleur, à la corrosion chimique ou encore, dans le cas des machines tournantes, aux vibrations. Les petites cavités initiales s'agrandissent, de l'eau (d'origine interne ou externe) peut s'y infiltrer, le niveau des décharges partielles augmente, et ces décharges elles-mêmes contribuent à creuser encore les cavités dans lesquelles elles se produisent. Ainsi, le processus de dégradation s'accélère inexorablement, jusqu'au claquage de l'isolation.

Initialement, le niveau des décharges partielles, dans un composant destiné à travailler sous haute tension, est généralement fixé à 5 pC à sa tension assignée. Ou plus exactement, c'est la tension assignée qui est déterminée comme la tension pour laquelle le niveau des décharges partielles est de 5 pC. Un niveau de DP qui dépasse quelques centaines de picocoulombs peut conduire au claquage de l'isolant en quelques jours.