

Effet de barrière sur la Rigidité diélectrique dans un système tige-plan

I Introduction

Dans notre travail nous avons étudié expérimentalement l'amélioration de la tension disruptive d'un intervalle d'air pointe- plan et pointe-pointe sous une tension continue positive en présence d'une barrière. Dans ce qui suit nous présentons les techniques de mesure, le dispositif expérimental, les paramètres géométriques de l'intervalle d'air étudié et enfin la visualisation de la décharge électrique.

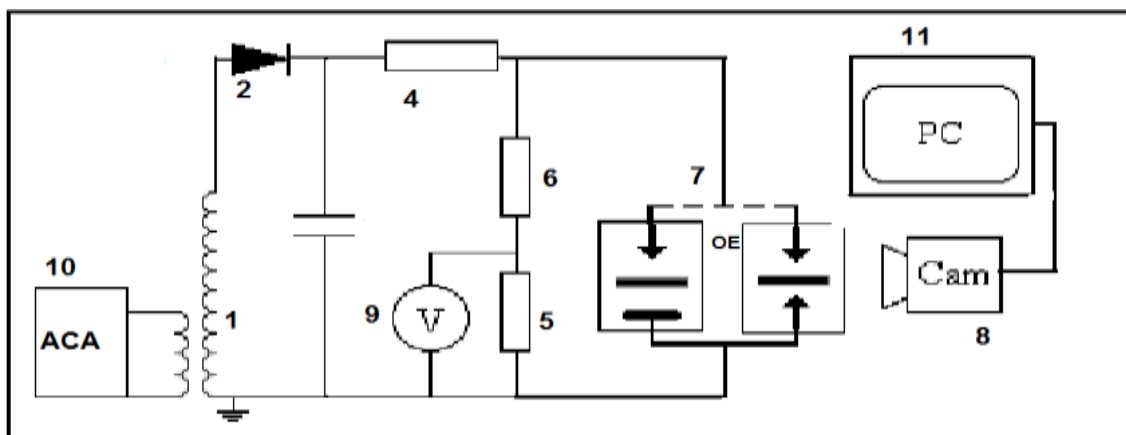
Mode opératoire

Dispositif expérimental et circuit de mesure

Le dispositif expérimental est constitué d'un circuit d'alimentation, de l'arrangement pointe-barrière-plan, pointe-barrière- pointe et d'un dispositif de mesure.

Les éléments constituant le dispositif sont schématisés dans la figure 1 dont on trouve :

- 1 : (Tr) transformateur (140kV) ;
- 2 : diode haute tension (20mA ,100 k Ω) ;
- 3 : (C) capacité de filtrage : 25nF
- 4 : Résistance haute tension de limitation de courant ($R_a=25$ M Ω) ;
- 5 : Résistance BT de voltmètre de crête ($R_u= 500$ k Ω) ;
- 6 : Résistance haute tension du diviseur résistif ($R_0 = 280$ M Ω) ;
- 7 : Le système point- barrière – plane, le système pointe-barrière-pointe ;
- 8 : Caméscope (Cam) ; 9 : Voltmètre de crête (V) ;
- 10 : Pupitre de commande de l'alimentation du transformateur (ACA) ;
- 11 : Microordinateur (PC)



Circuit d'alimentation

Il est constitué d'un transformateur d'essai (140 kV, 5kVA), dont le primaire est relié à un transformateur de réglage (autotransformateur intégré), permettant d'ajuster la tension à la valeur désirée.

Circuit de mesure de la tension appliquée

La tension d'essai est mesurée à l'aide d'un diviseur de tension résistif relié au secondaire du transformateur d'essai. Ce diviseur est constitué d'une résistance coté haute tension ($R_o = 280 \text{ M}\Omega$) en série avec un ensemble de résistances dont la résistance coté basse tension, résistance du câble coaxial et la résistance d'entrée des appareils de mesure. Il permet de diviser la tension réelle de contournement. Le voltmètre de crête à affichage numérique permet la lecture de la tension de contournement réduite en la mémorisant automatiquement pendant quelques secondes.

Modèle expérimental

Le modèle expérimental représenté à la figure (3 et 4) est composé d'une tige pointue, d'une barrière plane et d'un plan. L'électrode haute tension (pointe) est constituée par un tube cylindrique en bronze, de diamètre égal à 10 mm, terminé par une pointe conique ayant un angle de 45° , qui se termine par une surface hémisphérique de rayon de courbure 0.1 mm. Les déplacements en sens vertical de la pointe sont assurés par le pupitre de commande.

L'électrode mise à la terre est constituée d'un plan E de diamètre égal à 16 cm et d'épaisseur égal à 2 mm. L'ensemble est déposé sur un support conducteur en aluminium, lequel est posé sur le sol.

Nous avons utilisé des barrières isolantes en verre de forme carrées et rondes de différentes épaisseurs (3, 5 et 8mm) et de 15cm de largeur. Nous caractérisons la largeur de la barrière par le produit "2L". Le deuxième type de barrière utilisée est conductrice, fabriquée en acier galvanique. Elle est de forme circulaire, de diamètre 15cm et d'épaisseur 8mm. la barrière métallique est entourée d'un tore creux en cuivre de 10mm de diamètre (selon le profil Rogowsky).

Les différentes barrières sont suspendues horizontalement, par des isolants en PVC.

Visualisation de la décharge

Le phénomène de décharge électrique pouvant avoir lieu dans l'intervalle "pointe -barrière -plan" depuis sa naissance jusqu'au claquage de l'intervalle d'air. La visualisation a été réalisée à l'aide d'un caméscope, relié à un microordinateur pour contrôle d'images à l'aide du logiciel VLC player.

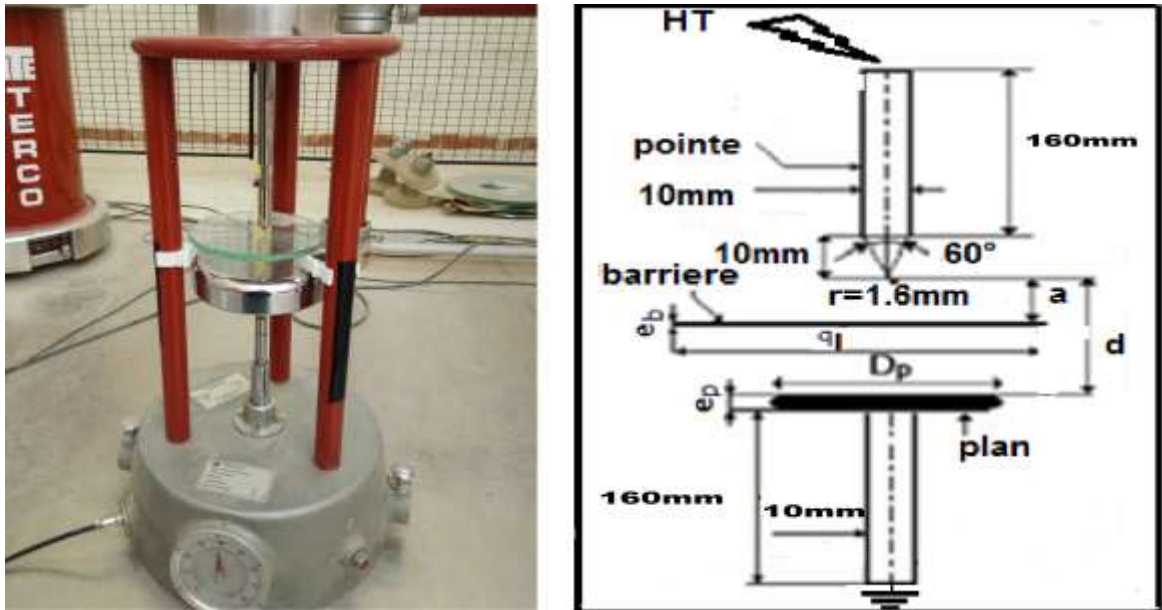


Fig.3.a : Photo du modèle

Fig.3 .b : Configuration pointe – barrière – plan

Correction des résultats suivant les conditions atmosphériques

En utilisant les facteurs de correction, une tension disruptive, peut être ramenée à la valeur qui aurait été obtenue sous les conditions atmosphériques normales, dont on trouve la température ambiante, la pression et l'humidité ($T=20^{\circ}\text{C}$, $P_0=101.3\text{ kPa}$, $H_0=11\text{ g/m}^3$).

Lors des expériences réalisées au laboratoire, toutes les valeurs des tensions seront corrigées suivant les prescriptions des normes de la C.E.I-60-.

Il existe deux facteurs de correction :

- Le facteur de correction de la densité de l'air " k_d " ;
- Le facteur de correction de l'humidité " K_h ".

La valeur de la tension disruptive U mesurée sera ramenée aux conditions atmosphériques normales, en la divisant par le rapport K_d/K_h , suivant la relation ci-dessous :

$$U = U_m \cdot K_h / K_d \quad (1)$$

Facteur de correction K_d

Si la pression atmosphérique P est exprimée en (kPa) et la température Θ en ($^{\circ}\text{C}$), le facteur de correction K_d est donné par :

$$K_d = 2,93 P / (273 + \Theta) \quad (2)$$

III.2.6.2 Facteur de correction K_h

Il est déterminé à partir des Abaque en fonction de l'humidité absolue.

Exemple

Soient $T = 20^{\circ}\text{C}$, $P = 101.5 \text{ kPa}$, $2L=25\text{cm}$, $a/d=0\%$ $U_m = 113.82\text{kV}$. $H = 86\%$

En utilisant les formules de corrections et les abaques précédents, on trouve :

$$U = 114.49\text{kV}$$

Tous les résultats obtenus durant les essais sont corrigés de la même manière.

Le terme ‘surface propre’ définit les surfaces isolantes non recouvertes d’une couche étrangère, par comparaison aux surfaces recouvertes d’une couche de pollution.

Pour étudier l’influence d’une barrière isolante à surface propre sur la tension de claquage de l’air dans une configuration d’électrodes pointe- barrière – plan et pointe- barrière – pointe nous présenterons en premier lieu l’influence de la position et l’épaisseur de la barrière, ensuite l’influence de sa forme.

Effet de position et d'épaisseur d'une barrière isolante

Les barrières isolantes utilisées sont d’épaisseurs 3, 5 et 8 mm et de 15cm de largeur. Les positions de la barrière restent définies par le rapport a/d (%), ‘a’ est la distance entre la pointe sous tension et la barrière. Cette distance prend différentes valeurs entre 0 et d , ‘d’ étant la longueur axiale de l’intervalle pointe- plan qui est gardée constante égale à 8cm. Les rapports a/d choisis sont : 0, 25, 50, 75 et 90 %, ceci en négligeant l’épaisseur de la barrière par rapport à la distance inter-électrode ‘d’. Pour chaque position on a effectué trois essais puis on a calculé la valeur moyenne pour avoir la tension mesurée.

Barrière isolante à surface propre ($2L=15\text{cm}$)				
a/d (%)	U_m (kV)	U_c (kV)	$(U_c-U_{sbc})/U_c$ (%)	Correction atmosphérique
0				$P = \text{ kPa}$ $T = \text{ }^{\circ}\text{C}$ $K_d =$ $K_h =$
25				
50				
75				
90				

$U = f(a/d)$ pour l’épaisseur de la barrière $e = 3, 5, 8 \text{ mm}$ système pointe –plan