



# Essais de rigidité diélectrique: Courant réel et courant total

Département R&D  
SEFELEC SAS Lognes  
Eaton Electrical

## Introduction

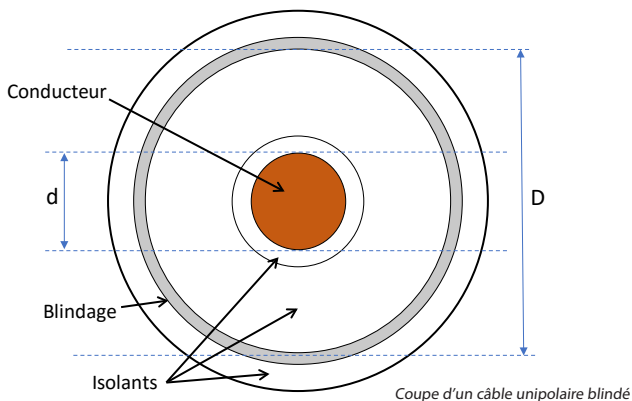
Lors d'essais de rigidité diélectrique sous tension alternative, on peut être confronté à des problèmes de mesure liés à l'effet capacitif engendré par certains équipements à tester comme :

- Les câbles électriques gainés
- Les condensateurs
- Les matériaux isolants ou équipements de protection
- Les équipements électroniques

Si pour un condensateur, cet effet est évidemment dû à la nature et fonction du composant à tester, pour les autres équipements cela provient de leur constitution.

## Exemple du câble monopolaire blindé

En prenant l'exemple d'un câble électrique monopolaire, on constate que par construction, il peut se comporter à 50 ou 60 Hz comme un condensateur. L'isolant dont il est constitué contribue à l'effet capacitif parasite créé entre l'âme du câble et son blindage extérieur.



Cette capacité parasite est généralement exprimée par des grandeurs linéiques, l'unité utilisée étant un sous-multiple du Farad par kilomètre.

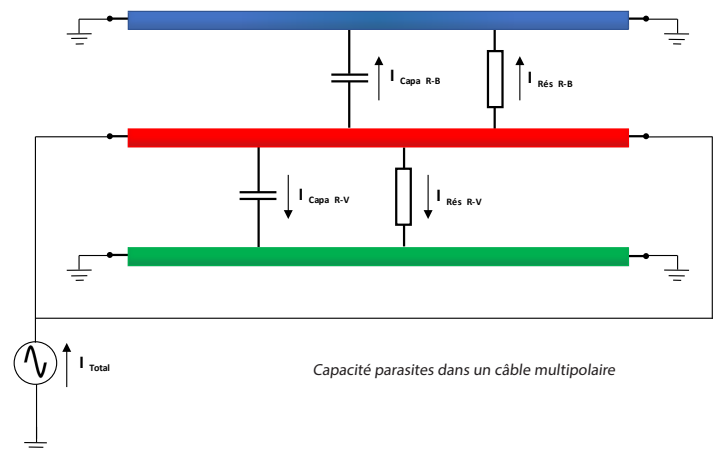
La valeur du condensateur équivalent dans le cas d'un câble blindé monopolaire est égale à :

$$C = \frac{\epsilon_0 \times \epsilon_r}{18 \times \ln(D/d)} \quad \text{exprimé en } \mu\text{F/km}$$

où  $\epsilon_0$  permittivité du vide ( $8,85 \times 10^{-12}$  F/m) et  $\epsilon_r$  la permittivité relative de l'isolant, ex. 2,25 pour le polyéthylène.

## Exemple des câbles multipolaires et des faisceaux

Les câbles ou les faisceaux de câbles sont soumis à de nombreuses opérations lors de leur fabrication, par exemple le sertissage de connecteurs, le marquage laser, le pliage, ... qui sont susceptibles de détériorer la qualité de leur isolement et doivent subir des tests de rigidité pour valider leur utilisation. Les faisceaux de câbles utilisés dans des applications ferroviaires et aéronautiques ont des longueurs qui peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres et donc aussi présenter un effet capacitif important entre chaque fil et son environnement. Ceci va éventuellement engendrer des courants capacitifs plus importants que les courants résistifs. Il est donc essentiel de séparer la mesure des deux courants afin de qualifier correctement la résistance d'isolement du faisceau de câbles.



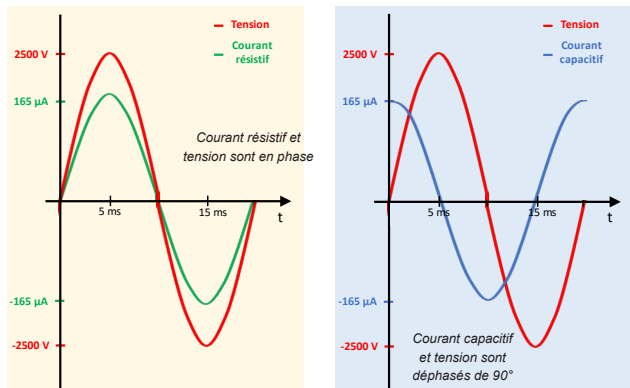
## Conséquences de l'effet capacitif lors d'une mesure de rigidité diélectrique AC:

Dans un essai de claquage, le but est de mesurer le courant de fuite résistif qui traverse un isolant. Or, nous venons de voir qu'un effet capacitif parasite peut apparaître, engendrant un courant de fuite qui ne doit pas être considéré pour caractériser la qualité diélectrique de l'équipement testé.

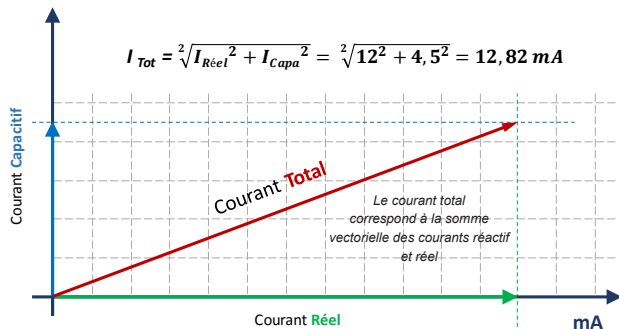
Le courant total mesuré est le résultat de la somme vectorielle de deux courants :

- Le courant résistif, appelé courant **réel**
- Le courant capacitif, appelé courant **réactif**

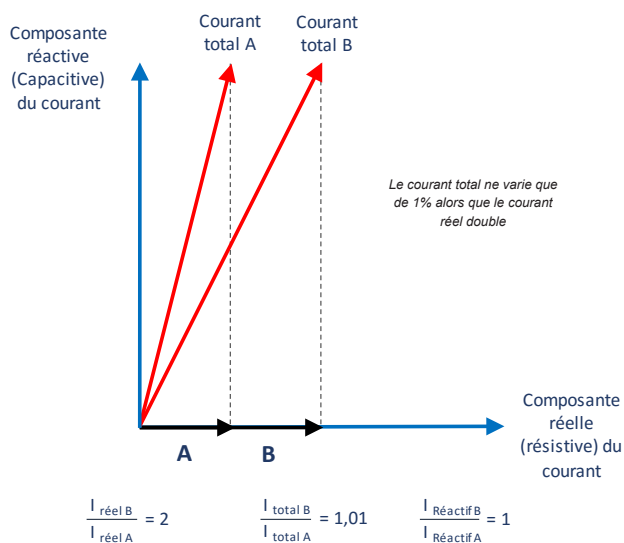
L'application d'une tension d'essai de rigidité diélectrique AC sur un élément capacitif tel qu'un câble engendre un courant réactif qui est déphasé de 90° par rapport à la tension appliquée. Le courant de fuite résistif est quant à lui en phase avec la tension.



Le courant de fuite qui est mesuré par la plupart des appareils d'essai de rigidité diélectrique correspond à la somme vectorielle (racine carrée de la somme des carrés) du courant réactif (courant capacitif) et du courant réel (courant résistif). Le courant résistif est lié à la résistance d'isolement et à la tension appliquée sur l'élément testé.



Quand les courants capacitifs sont plus importants que les courants résistifs, il devient essentiel de séparer la mesure des deux courants afin de qualifier correctement la résistance d'isolement de l'équipement testé, un faisceau de câbles par exemple. Du fait du déséquilibre entre les valeurs de courant capacitif (élevé) et résistif (faible), le doublement du courant résistif peut ne provoquer qu'une augmentation de 1% du courant total et donc ne pas être mis en évidence si on ne mesure pas séparément chaque courant.



## Essais de rigidité en AC ou en DC

Pour éviter d'avoir à faire la distinction entre les courants réactif et réel il est possible de réaliser les essais de rigidité diélectrique avec une tension DC. L'avantage de cette méthode est que l'influence du courant réactif intervient uniquement pendant la phase de charge mais qu'une fois la tension atteinte seul le courant résistif lié à la résistance d'isolement du câble circule.

Cependant il y a quelques désavantages à faire les essais de rigidité diélectriques en tension DC dont voici quelques exemples:

- les normes ne les autorisent pas toujours une tension d'essai en DC.
- les tensions DC doivent être plus élevées qu'en AC (rapport 1,414).
- les essais se font avec une seule polarité et sont donc moins stressants qu'en AC.
- les appareils de mesure doivent faire la différence entre le courant de charge et le courant en tension établie.
- il faut décharger le câble ou l'équipement à l'issue du test.

Donc l'intérêt des essais de rigidité diélectrique en AC reste important si les appareils de mesure sont capables de différencier les courants résistifs et capacitifs.

## Mesure du courant réel et total avec la Gamme SEFELEC 5x

La gamme SEFELEC 5x d'appareils de mesure mono et multifonction, permet de réaliser des essais de rigidité en AC ou DC. Grâce aux performances de leur coeur de mesure et à leur large écran tactile, tous les modèles affichent le courant total et le courant réel.



SEFELEC 506-S en cours de mesure de rigidité avec affichage du courant total et du courant réel

Il est bien sûr possible de régler les seuils de détection  $I_{MAX}$  sur l'un ou l'autre des courants (réel ou total).

Modèle	Puissance	Plage de tension	Seuil de détection
SEFELEC 56 - H/D/S	50 VA	100 V <sub>DC</sub> - 6000 V <sub>DC</sub>	de 0,001 mA à 9,999 mA par pas de 1 µA
SEFELEC 506 - H/D/S	500 VA	100 V <sub>AC</sub> - 5000 V <sub>AC</sub>	de 0,01 mA à 110 mA par pas de 10 µA

Des fonctions supplémentaires telles que la programmation des temps de montée/maintien/descente, la multi-rigidité ou l'enregistrement des mesures à intervalles définis (data-logging) sont également disponibles sur la gamme 5x.

Le logiciel Winpass MX permet le pilotage de l'appareil par PC et l'édition de rapports personnalisés.

**Eaton - Sefelec sas**  
19 rue des Campanules  
F-77185 Lognes  
Siège sociale  
+33 (0)1 64 11 83 42  
Services  
+33 (0)1 64 11 83 48

**Eaton - Sefelec GmbH**  
Karl- Bold- Str. 40  
D-77855 Achern  
Centrale  
+49 (0) 7841 640 77 0  
Fax  
+49 (0) 7841 640 77 29