

CENTRE FRANÇAIS DE FIABILITE

FIRST

Essais accélérés sur les capacités Film

Daniel TRIAS
SERMA TECHNOLOGIES

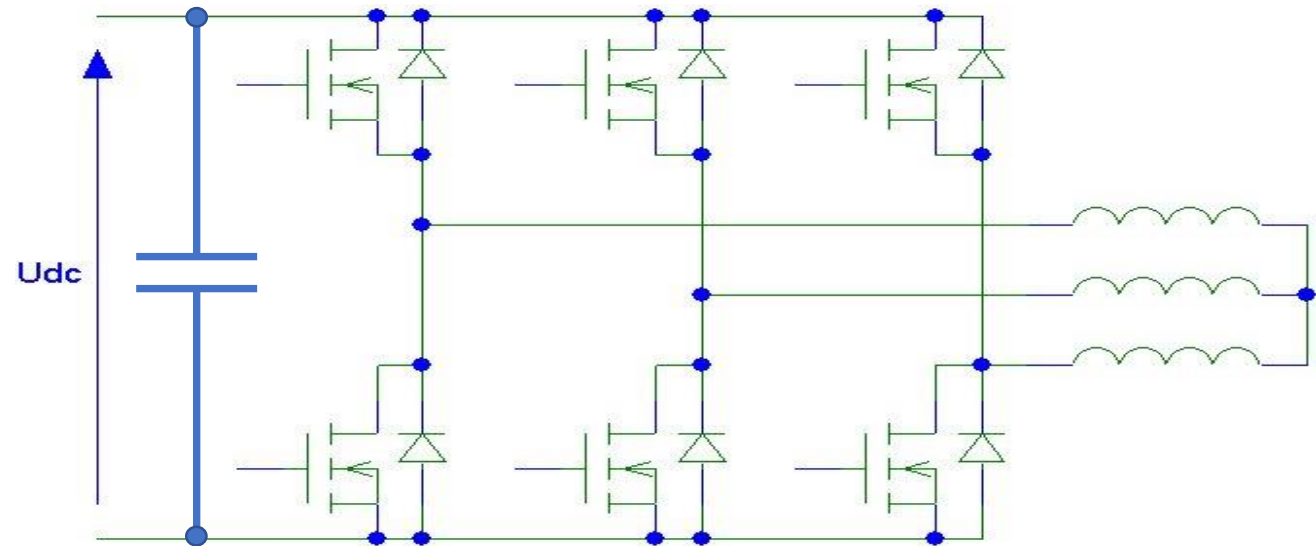
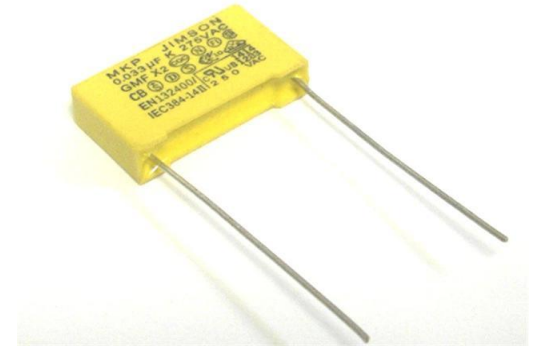


Centre Français Fiabilité



Contexte

Parmi les composants intégrés dans les systèmes de pilotage des moteurs, onduleurs ou autres, le **condensateur film**, souvent situé sur le bus continu de l'étage de puissance, a été identifié comme critique. En effet, ce composant se doit d'être au plus près des composants de puissance et est donc soumis à des températures élevées et à des contraintes électriques fortes (courant et tension)



Technologie Capacité Film

Capacité : de 0,1 nF à 10 μ F

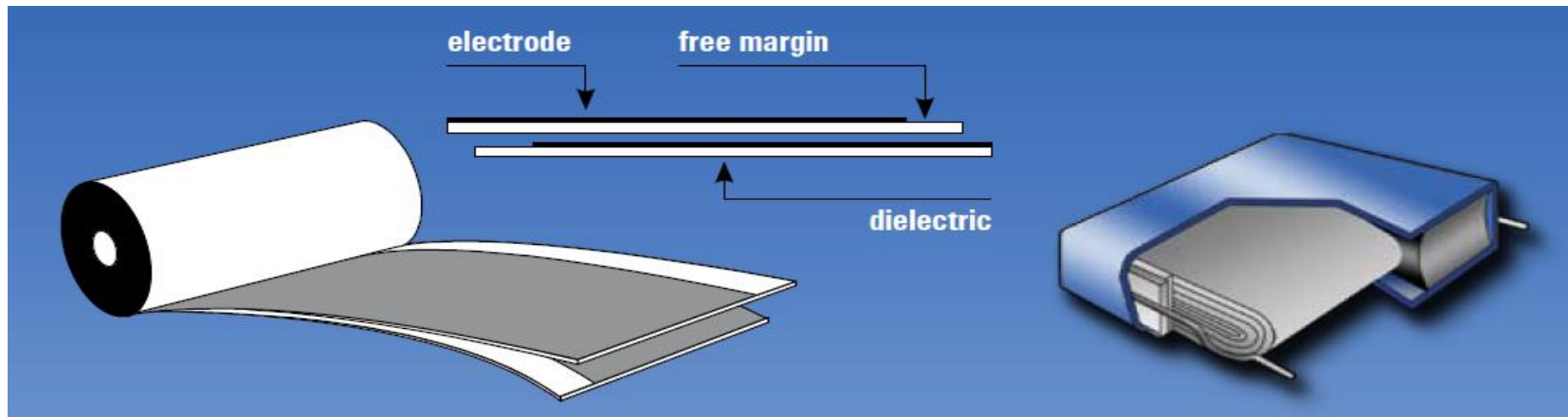
Tension de 20 V à > 1000 V

Matériau diélectrique principal :

- soit du Polypropylène (PP)
- soit du Polyéthylène téréphtalate (PET)

Electrodes :

- soit un film métallique principalement en aluminium (5 à 7 μ m d'épaisseur)
- soit une métallisation en aluminium évaporée sur le film isolant (20 nm d'épaisseur)



Principaux Mécanismes de défaillance

1. Corrosion des électrodes

Le présence d'humidité dans l'environnement ou dans la capacité entraine une corrosion des électrodes se traduisant par une augmentation du facteur de perte puis une élévation de la température interne amenant à la destruction totale du composant



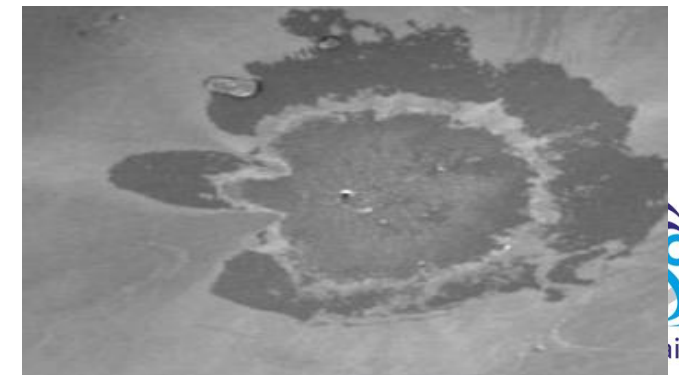
2. Effet Corona

Cette effet est du à la présence de gaz dans l'enroulement de la capacité créant des microcavités qui sous l'influence de la tension vont générer des décharges partielles altérant la métallisation. Ceci se traduit par une diminution de la valeur de la capacité. Un stade plus ultime de cet effet peut amener à un percement du film isolant (phénomène d'autocicatrisation)



3. Baisse de la résistance d'isolement

Principalement du à la température qui entraine un vieillissement du film et une augmentation du courant de fuite



Objectifs de l'étude

Dans le cadre du WP2 du projet FIRST, il s'agit de mettre en œuvre des essais de fiabilité permettant d'évaluer le comportement de ces composants

Pour cela 3 types d'essais de fiabilité ont été mis en œuvre afin de solliciter les mécanismes de défaillance précédents

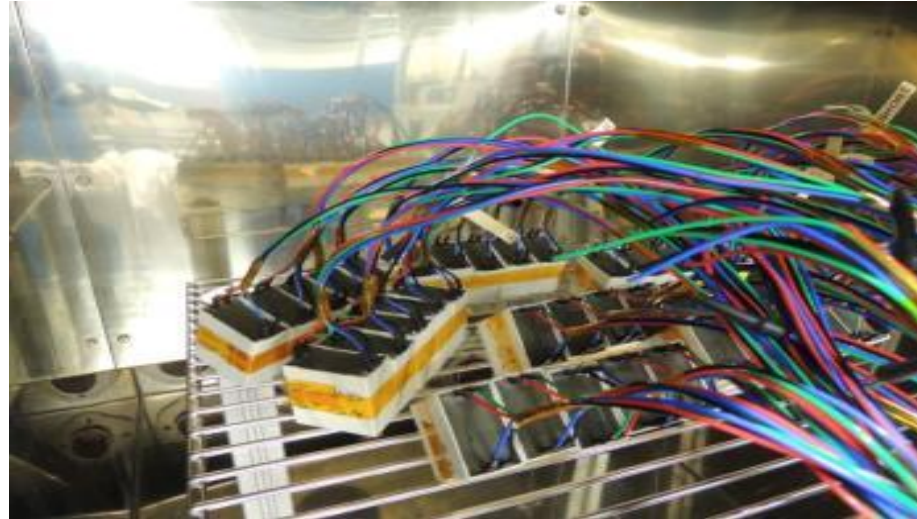
1. Essai température et polarisation
2. Essai de HAST (Highly Accelerated Stress Test)
3. Essai température, humidité et Polarisation



Travaux réalisés

Essai tension/température

- Capacité Film
- Film Polypropylène
- Capacitance: $5\mu\text{F} \pm 10\%$
- Tension Nominale: 250V
- Température d'utilisation:
-40°C / +105°C



- Nombre de pièces en essai : 33
- Paramètres surveillés pendant l'essai :
courant de consommation
- Paramètres mesurés lors des readouts :
C, ESR, TgD, R isolement



Travaux réalisés

Essai tension/température

1^{ère} approche

- 1^{er} phase : 120°C et 200V: Passage au deuxième palier quand **10** pièces sont défailantes
- 2^e phase : 105°C et 150V: Passage au troisième palier quand **10** pièces sont défailantes
- 3^e phase : 85°C et 100V: Fin de l'essai quand **TOUTES** les pièces sont défailantes
- Cette première approche a été modifiée suite à l'absence de dérive mesurée malgré l'approche des 1000 heures de sollicitation.

2^{ème} approche @ 120°C avec accroissement de la tension par step

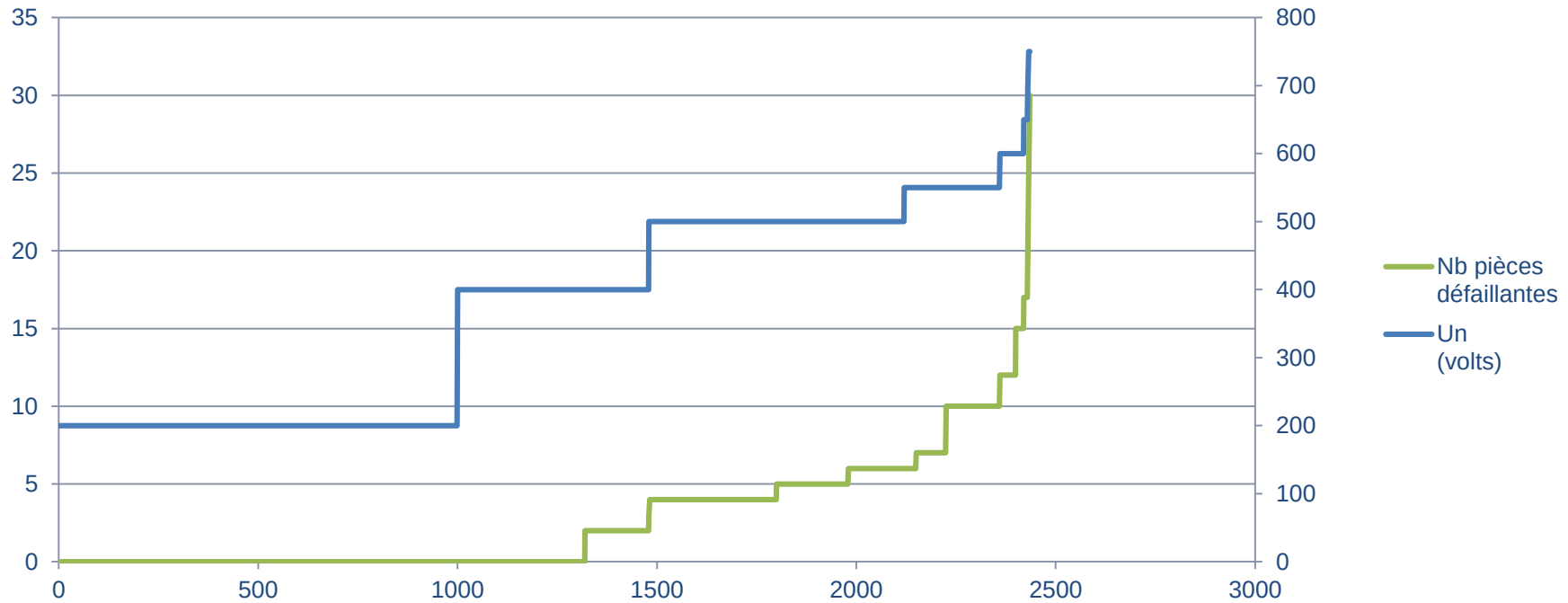
- Passage de 200V à 400V : Passage au deuxième palier dès 5 pièces défectueuses.
- Passage de 400V à 500V : Passage au deuxième palier quand **5** pièces sont défailantes
- Passage de 500V à 550V : Passage au troisième palier quand **5** pièces sont défailantes
- Passage de 550V à 600V : Passage au quatrième palier quand **5** pièces sont défailantes
-



Travaux réalisés

Essai tension/température

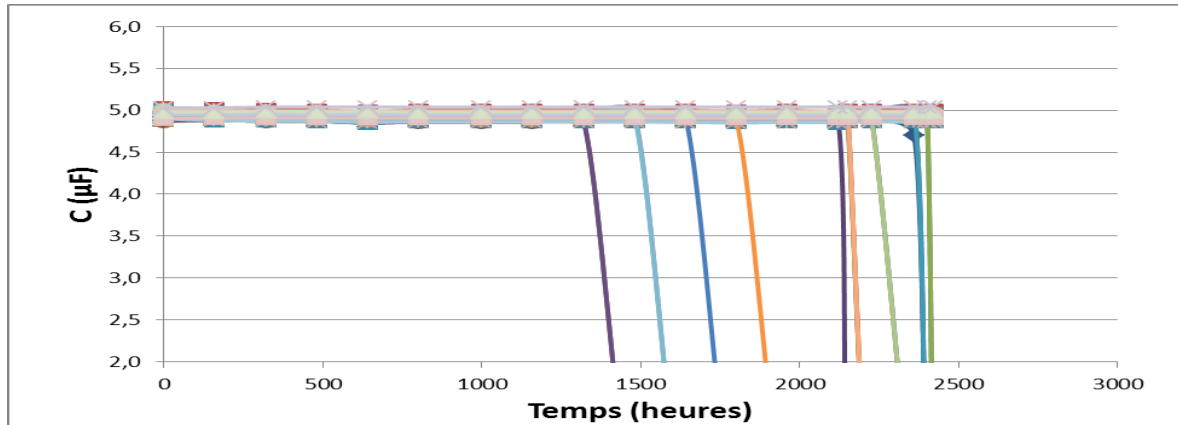
**Représentation du nombre de pièces défailantes @ 120°C
en fonction du temps et de la tension**



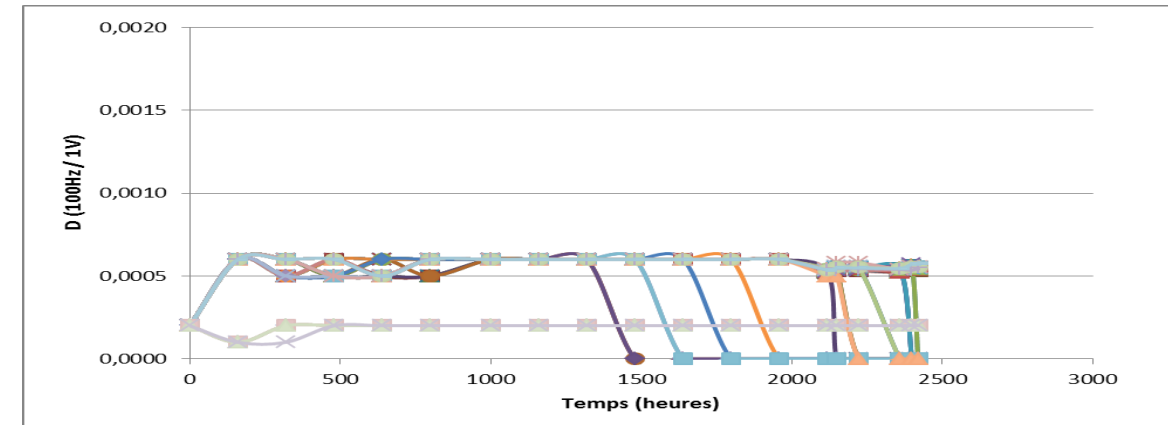
Travaux réalisés

Essai tension/température

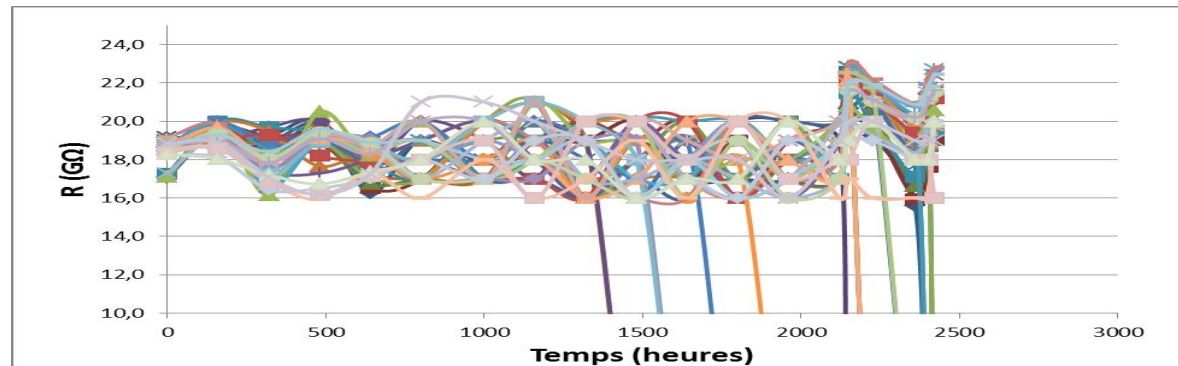
Valeurs de C en fonction du temps :



Valeurs de D en fonction du temps :



Valeurs de Ri en fonction du temps :



A noter l'absence de dérive avant les défaillances en particulier la valeur de la capa reste constante. Celles-ci arrivent par un court circuit brutal L'intégrité du film isolant est mis en cause



Travaux réalisés

Essai Hast

L'objectif de cet essai est d'étudier le comportement des composants en présence d'humidité au dessus de 100°C

Les conditions de l'essai sont typiques des normes automobiles



Conditions de l'essai :
96H – 125°C – 85% RH – 2,3 Bars
10 condensateurs



Travaux réalisés

Essai Hast

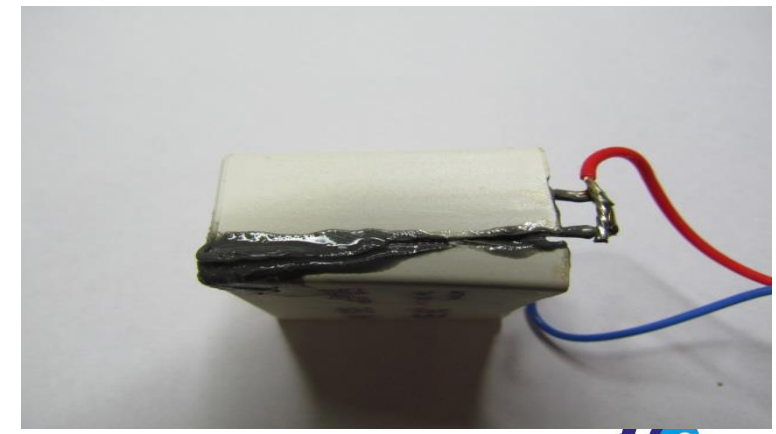
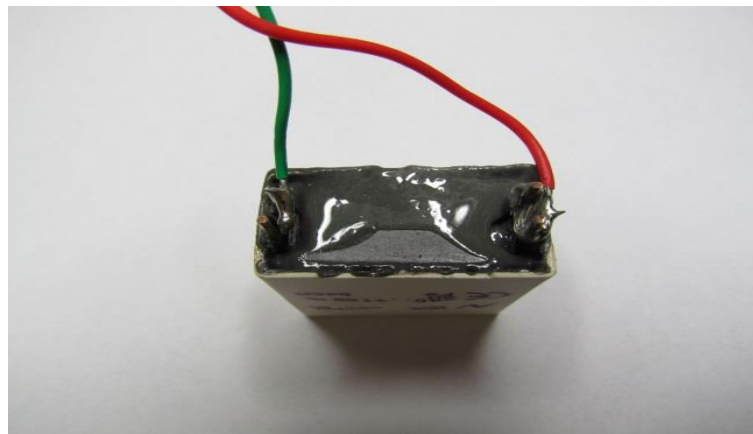
Vues des capas à la fin de l'essai

Cracks + larges épanchements de résine en dehors du boîtier

Les pièces ne sont plus fonctionnelles

Comportement inhabituel de la résine (liquéfaction)

Difficile de faire la part des choses entre l'influence de la température, de la pression et de l'humidité
Difficile de conclure !!!

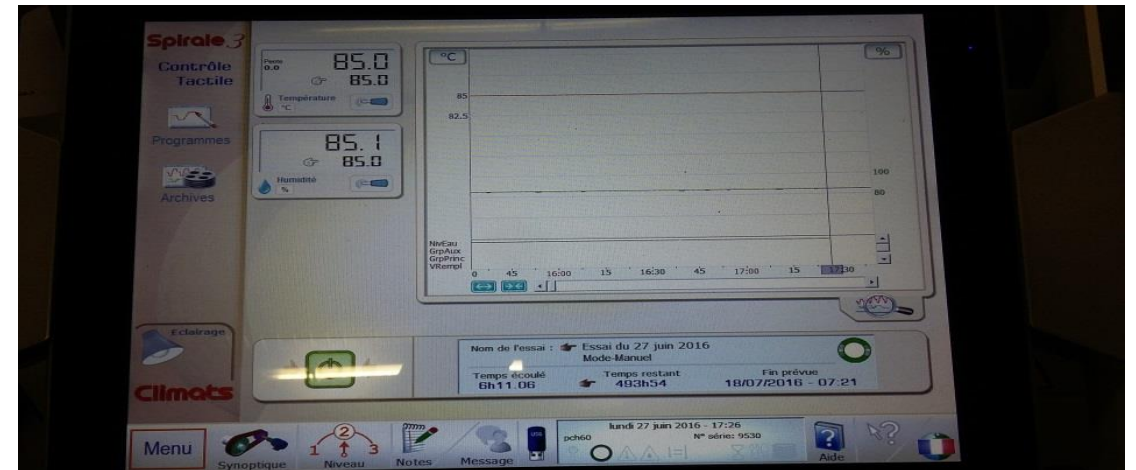


Travaux Réalisés

Essai Température et Humidité



Conditions de l'essai
85°C – 85% RH – Un : 250V
Durée visée : 1500 – 2000 H
Monitoring du courant de fuite



Travaux Réalisés

Essai Température et Humidité

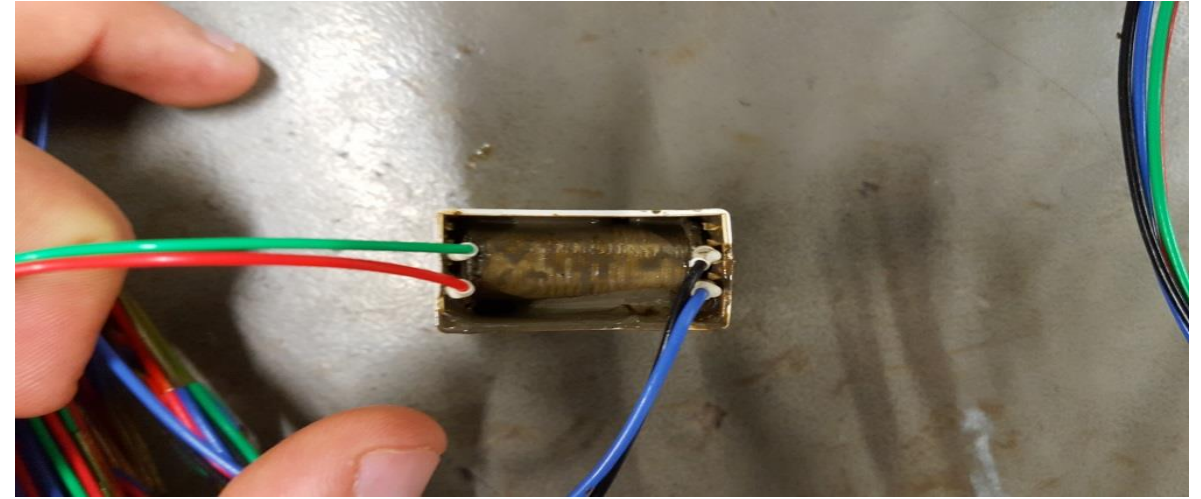
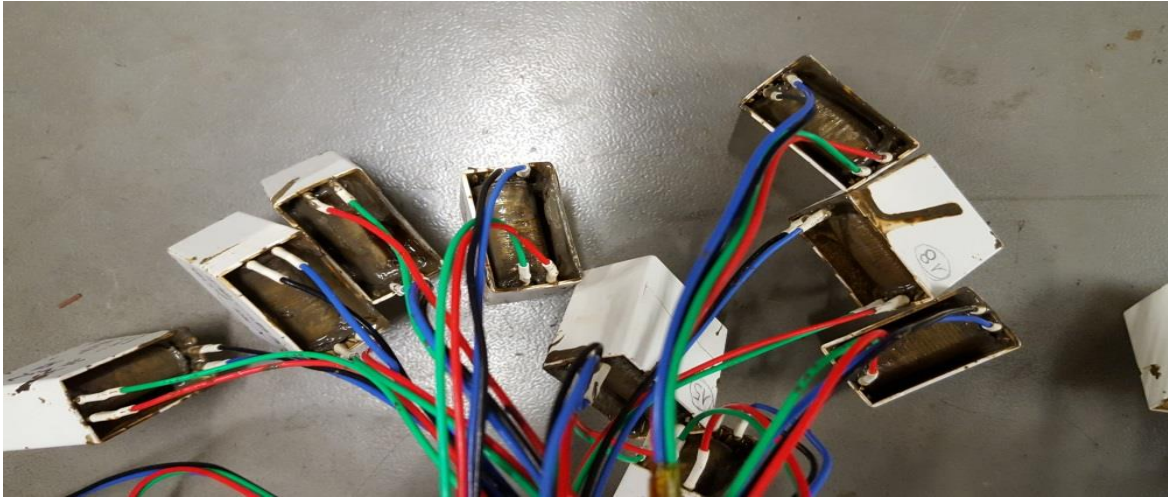
Résultats :

- Démarrage de l'essai le 15 mai 2016
- Arrêt de l'essai le 3 octobre 2016
- 20 capas en essais
- Caractérisation T0 à l'ambiante et à 85°C
- Les readouts sont effectués à chaud les pièces étant toujours dans l'étuve
- Pas d'évolution notable jusqu'à 2712 H
- A partir de ce readout 5 pièces /20 commencent à montrer des dérives sur la résistance d'isolement et sur la tangente
- lors du readout suivant (2880 H) sur les 5 pièces préalablement en dérive, 2 sont repassées bonnes. Phénomène d'autocicatrisation ?
- 4 jours plus tard l'essai est arrêté, 100% des pièces se sont « vidées » de leur résine de potting



Travaux Réalisés

Essai Température et Humidité



La résine est sortie par gravité des capas et est tombée en fond d'étuve
Ce qui traduit une très grande fluidité
On retrouve le comportement en sortie de l'essai de HAST
Les pièces ne sont plus fonctionnelles. Courant de fuite important



Synthèse

Conclusion

- **Essai Tension Température**

Les 1ères défaillances sont apparues à 1320H @ 400 V – 120°C

Le mécanisme de défaillance est une rupture du diélectrique

L'absence de variation de la valeur de la capacité dans le temps semble montrer, à priori, l'absence d'effet Corona

- **Essai de HAST**

Comportement inhabituel de la résine (liquéfaction)

Influence de l'humidité et/ou de la pression

- **Essai de Température humidité**

Les pièces ont tenu près de 3000H

Le mécanisme de défaillance est la dégradation du polymère de la résine sous l'influence de l'humidité

Nécessité de débattre avec le fabricant sur une robustification de cette résine



Merci de votre attention

Questions ?

