

**A9.1 Communication Invitée :****A9.1 Invited Paper :**

Evaluation du vieillissement des câbles de transport et de distribution à isolation extrudée.

Evaluation of ageing in transmission and distribution extruded dielectric cables.

CRINE Jean Pierre, ST-ONGE Hugues - IREQ - Varennes - Canada.

RESUME

L'objectif de ce document est de présenter une étude assez complète des processus possibles de vieillissement des câbles à isolation synthétique. Cette étude est faite à partir d'une part de câbles (de transport et de distribution) neufs et d'autre part de câbles vieillis soit en laboratoire soit en service.

Les analyses suivantes ont été effectuées :

- . Etude de la distribution radiale de la densité et de la cristallinité et de l'effet du vieillissement sur ces caractéristiques.
- . Evaluation des contaminations réparties et locales tenant compte des espèces ioniques.
- . Détection d'oxydation dans l'isolant et identification des antioxydants utilisés.
- . Mesure de la quantité d'eau dans les câbles extrudés en particulier dans les halos. La nature de l'eau et son interaction avec le polymère sont également examinées.

Il est montré que le vieillissement peut être évalué à partir des conséquences observées sur la morphologie du câble, sur sa sensibilité à l'oxydation, sur la teneur en contaminants ou en produits volatils (incluant l'eau). Les faits les plus significatifs observés dans cette étude en ce qui concerne le vieillissement des câbles extrudés sont :

- . Oxydation, impuretés et parfois d'importantes teneurs en produits volatils sont déjà présentes dans les câbles neufs. Ces effets sont le résultat des hautes températures d'extrusion et de réticulation.
- . Le vieillissement est plus important près de l'écran semiconducteur interne des câbles vieillis en raison de la température plus élevée de fonctionnement en cet endroit des câbles (en particulier pour les câbles de distribution).
- . Les propriétés électriques (claquage en courant alternatif, $\tan \delta$, conductivité, etc.) sont sensibles au vieillissement en particulier auprès du semiconducteur interne où le champ électrique est maximum et susceptible d'initier des arborescences et le claquage.
- . Les mesures de profil de densité, spectroscopie infrarouge par transformée de Fourier, analyse par activation neutronique ou émission X induite par protons (ou toute autre méthode sensible susceptible de détecter les impuretés) et les mesures de teneurs en produits volatils sont les mesures de base nécessaires pour évaluer d'une manière satisfaisante le vieillissement des câbles.

ABSTRACT

The main objective of this paper is to present a comprehensive perspective of cable aging processes obtained from a study of various unaged, laboratory and field aged (transmission and distribution) extruded cables. The following specific goals were emphasized:

- . Study of the radial distribution of density and crystallinity in the insulation and of the effect of cable ageing.
- . Evaluation of bulk and localized cable contamination, including ionic species.
- . Detection of oxidation in the insulation and identification of the antioxidants used.
- . Measurements of water in extruded cables, especially in halos. The nature of water and its interaction with the polymer were also investigated.

It is shown that ageing can be evaluated through its influence on cable morphology, oxidative stability, contamination and volatiles (including water) content. The most significant features of cable aging observed in this study are:

- . Oxidation, diffusing impurities and sometimes large volatile contents are already present in unaged cables. They are essentially the results of the high temperatures of extrusion and curing.
- . Aging is more severe near the conductor shield of field-aged cables because of the relatively higher temperature of operation of the conductor (especially with distribution cables).
- . Electrical properties (AC breakdown voltage, $\tan \delta$, conductivity, etc.) are sensitive to ageing and particularly close to the conductor shield where breakdown and trees are likely to be initiated.
- . Density profile measurements, FTIR spectroscopy, NAA or PIXE (or any sensitive analytical technique detecting impurities) and volatile content measurements are the basic measurements required to thoroughly evaluate cable ageing.