



*Commission d'étude des questions relatives à  
la haute tension*

*Fachkommission für Hochspannungsfragen*

**Essai de liaisons câblées**

La preuve d'une installation et d'un montage appropriés des systèmes de câbles est la préoccupation principale lors de la réalisation d'essai de tension sur site des connexions de câbles haute tension.

La technique de contrôle sur site en tension alternative pour les câbles à haute tension, aujourd'hui utilisée dans le monde entier, a été développée conjointement par l'École Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ) et la FKH, et introduite par la FKH dans les années 1980. Elle est basée sur le principe de la résonance en série avec une fréquence réglable. En plus des tests de tension, diverses méthodes de diagnostic sont proposées comme par exemple les mesures de décharges partielles (DP).

### Essai de résonance en série à haute tension des systèmes de câbles

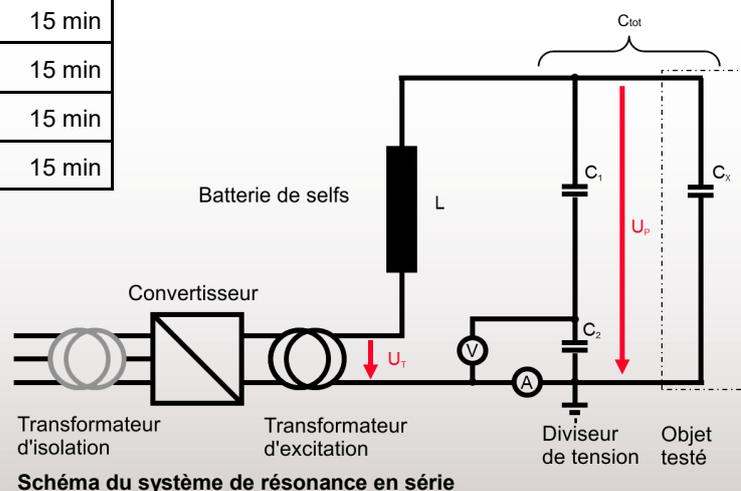
Avant la mise en service d'un nouveau système de câbles ou après l'achèvement d'importants travaux de modification sur un système existant, un test de tension est recommandé avant la mise en service du système. L'objectif est d'exclure en particulier les défauts suivants:

- ⇒ Erreurs de montage dans les terminaisons ou les jonctions de câbles
- ⇒ Dommages à la gaine du câble ou au revêtement semi-conducteur

$U / U_0$	$U_{test}$	$U_{test} / U_0$	Durée
45 / 26 kV	57 kV	2.2	15 min
60 / 36 kV	80 kV	2.2	15 min
110 / 64 kV	140 kV	2.2	15 min
132 / 76 kV	167 kV	2.2	15 min
150 / 87 kV	190 kV	2.2	15 min
220 / 127 kV	254 kV	2.0	15 min
275 / 160 kV	320 kV	2.0	15 min
400 / 230 kV	400 kV	1.8	15 min

Procédure d'essai recommandée en fonction de la tension du système

Sur la base de nombreuses années d'expérience en matière d'essais, la FKH recommande d'appliquer une tension d'essai plus élevée sur les câbles en dérogation aux normes CEI 60840 ou 62067 mais pour une durée de test réduite conformément à la norme CENELEC HD 632.



Dans le circuit de test, une inductance  $L$  avec un facteur de qualité élevé est connectée en série à la capacité de test  $C_x$  de l'objet. Dans des conditions de résonance, une tension  $U_P$  s'accumule sur l'objet à tester qui est considérablement supérieure à la tension  $U_T$  du transformateur d'alimentation. La fréquence d'essai est obtenue avec la formule suivante:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C_{tot}}}$$

Grâce à ses inductances modulaires, l'installation de test peut être configurée pour une fréquence de test suffisamment élevée afin de s'assurer que les transformateurs de potentiel haute tension n'atteignent pas la saturation magnétique, ce qui élimine la nécessité de les retirer pour l'essai.

Les installations à résonance en série sont pratiquement les seules sources de haute tension possibles pour des essais en tension alternative sur de longues sections de câbles isolés XLPE et EPR avec des valeurs de capacité typiques (conducteur / écran) de 0,1 à 0,5  $\mu\text{F}$  par km. Cette restriction est due au courant de charge élevé IC et/ou à la puissance réactive élevée Q. Les systèmes de câbles à huile peuvent également être testés selon ce principe.

### Avantages par rapport aux autres méthodes

- ⇒ Faible puissance d'alimentation requise.
  - ⇒ La tension sur l'objet à tester est sinusoïdale et exempte d'harmoniques.
  - ⇒ Libération d'énergie minimale dans le défaut en cas de claquage de l'objet à tester.
  - ⇒ La fréquence de test peut être augmentée en connectant des inductances en parallèle pour que les transformateurs de potentiel des PSEM puissent également être testés.
  - ⇒ Il est également possible de tester d'autres connexions câblées ainsi que d'autres équipements connectés par l'intermédiaire d'un PSEM.
- ➔ Concept de test intégral de systèmes complets



Essai haute tension d'une liaison câblée de 275 kV

### Mesure des décharges partielles et autres méthodes de diagnostic

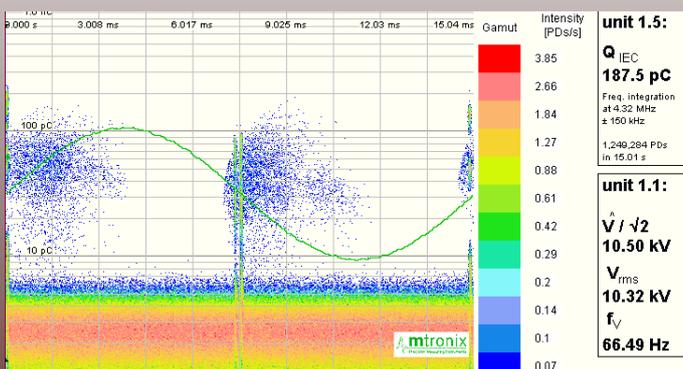
Une mesure de décharges partielles est recommandée à titre de mesure supplémentaire pour les liaisons câblées importantes du réseau et les niveaux de tension les plus élevés. Ceci implique des inspections spécifiques des terminaisons et des jonctions des câbles afin d'identifier les défauts d'isolation. De cette façon, il est possible de détecter des défauts qui n'ont pas encore causé une panne immédiate, mais qui présentent un risque de défaillance inattendue de l'isolation.

La FKH utilise les méthodes d'essai de décharge partielle et les types de couplage suivants:

- ⇒ Conventionnel, par l'intermédiaire d'un condensateur de couplage
- ⇒ Avec capteurs de décharge partielle intégrés dans les raccords (jonctions, terminaisons)
- ⇒ Par des capteurs de courant sur le blindage du câble
- ⇒ À l'aide de capteurs acoustiques

Les instruments modernes de mesure des décharges partielles utilisés par la FKH permettent des mesures synchrones en différents points. Pour mesurer tous les signaux des décharges partielles simultanément, des connexions à fibre optique doivent être installées au préalable entre tous les capteurs.

Pour les câbles isolés à l'huile et aussi dans le réseau moyenne tension, la FKH effectue également des mesures C-tg $\delta$  ainsi que des mesures des courants de polarisation et de dépolarisation (PDC).



Mesure de décharges partielles lors d'un test de tension

Installation de test de résonance en série sur une plate-forme d'un convertisseur pour l'énergie éolienne en mer avec un adaptateur d'essai câblé



Installation d'essai de câbles dans une sous-station extérieure

Installation d'essai complète pour l'essai de câbles avec mesure de DPs dans le tunnel d'une centrale hydroélectrique



**FKH**

## FACHKOMMISSION FÜR HOCHSPANNUNGSFRAGEN

FKH Siège principal  
Hagenholzstrasse 81  
8050 Zurich

FKH Laboratoire d'huile isolante  
4658 Däniken

FKH Centre d'essai  
4658 Däniken

Tél.: +41 44 253 62 62  
Fax: +41 44 253 62 60

Tél.: +41 62 288 77 99  
Fax: +41 62 288 77 90

Tél.: +41 62 288 77 95  
Fax: +41 62 288 77 94

[www.fkh.ch](http://www.fkh.ch) / [info@fkh.ch](mailto:info@fkh.ch)

@ FKH-2019-01