

## Procédé coulométrique de Karl Fischer

Le cerge peut procéder à la mesure de la teneur en eau avec un appareil type KFM3000 de chez Baur



La présence de l'eau dans l'huile peut provenir de l'air atmosphérique (fuite au niveau des joints d'étanchéité) ou de la dégradation des matériaux isolants

L'eau peut exister sous 3 formes :

- l'eau dissoute : pour des teneurs en eau faible, l'eau reste en solution dans l'huile ; la solubilité de l'eau dans l'huile du transformateur augmente en fonction de la température et de l'indice d'acidité.
- l'eau liée chimiquement aux molécules d'huile est présente lorsqu'il y a dégradation acide de l'huile. Une huile ancienne et dégradée a plus tendance à absorber l'humidité qu'une huile neuve.
- l'eau libre apparaît sous forme de gouttelettes quand l'huile est complètement saturée ; elle se trouve souvent en fond de cuve. La présence d'eau libre se traduit invariablement par une diminution rapide de la tension de claquage et de la résistivité, et une augmentation des pertes diélectriques.

L'important n'est pas tant l'eau dans l'huile que celle qui s'introduit dans l'isolant cellulosique autour des enroulements.

Etant donné que l'isolant papier peut absorber :

à 20°C 3000 fois autant d'eau en poids que l'huile du transformateur,  
à 40°C 1000 fois  
à 60°C 300 fois,

L'eau transite en permanence de l'huile dans le papier. Or s'il est relativement facile d'extraire l'eau de l'huile, il est très difficile de la déplacer de l'isolant solide.

Principe :

La réaction de Karl Fischer est essentiellement une réaction de l'eau contenue dans l'huile avec l'iode et le dioxyde de soufre.

On part d'une solution d'iodure et de dioxyde de soufre dans un mélange pyridine-méthanol. Dès que l'on ajoute un échantillon d'huile (1 ml), l'eau contenue dans l'huile produit un dégagement gazeux d'iode, et on mesure la quantité d'électricité qui est consommée pour produire cet iode.

C'est la CEI 814 de 1985, ou NF C27-228 de 1986 qui régit la titration coulométrique de Karl Fischer.

D'après la norme CEI 60422 :

Tension de réseau des transfos de puissance	Teneur totale en eau pour un transfo neuf avant sa mise sous tension
>170kV	<=10ppm ou mg/kg
72,5kV<T<=170 kV	<=10ppm
<=72,5kV	<=20ppm

Exemples d'essais réalisés sur de l'huile prélevée sur un transformateur 20kV / 400V

```
*fr
756 KFM 3000
17161 5.756.0312
date 2008-02-06 1
time 12:00
KFC *****
smpl size 0.85 g
drift auto 2.2 µg/min
titr.time 33 s
H2O 25.5 µg
content 30.0 ppm
=====
```

```
*fr
756 KFM 3000
17161 5.756.0312
date 2008-09-12 1
time 11:35
KFC *****
smpl size 0.85 g
drift auto 8.3 µg/min
titr.time 173 s
H2O 77.8 µg
content 91.5 ppm
=====
```

```
*fr
756 KFM 3000
17161 5.756.0312
date 2008-02-07 1
time 13:33
KFC *****
smpl size 0.85 g
drift auto 2.6 µg/min
titr.time 8 s
H2O not valid
content missing EP
manual stop
=====
```

```
*fr
756 KFM 3000
17161 5.756.0312
date 2008-09-19 1
time 11:55
KFC *****
smpl size 0.85 g
drift auto 9.7 µg/min
titr.time 33 s
H2O 38.4 µg
content 45.2 ppm
=====
```