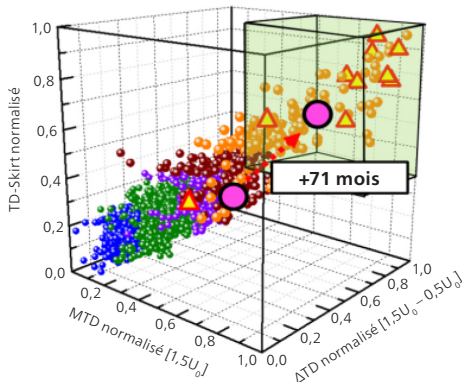


statex®

Logiciel BAUR pour la prévision statistique de la durée de vie des câbles
développé par  **KEPCO**
KORAN ELECTRIC POWER CORPORATION



Représentation en 3D de la corrélation entre les paramètres d'évaluation normalisés de mesures de TD MTD, Δ TD et TD-Skirt : la zone encadrée en haut à droite de l'image indique une forte probabilité de défaut.

Évaluation de l'état du câble basée sur l'expérience et prévision statistique de la durée de vie résiduelle

- Analyse de l'état global du réseau de câbles en fonction de différents paramètres de facteur de dissipation
- LT Wizard : un outil statistique servant à définir les paramètres de détermination de la durée de vie résiduelle
- Algorithme innovant et breveté de prévision statistique de la durée de vie résiduelle des câbles MT
- Validé par 45 000 mesures de TD sur 15 000 liaisons câblées

Le logiciel d'analyse statex® sert à déterminer de manière détaillée l'état de vieillissement, la vitesse de vieillissement et la durée de vie résiduelle statistique d'une liaison câblée sur la base d'un diagnostic de TD avec tension VLF truesinus® (Very Low Frequency).

En plus des paramètres d'évaluation habituels selon IEEE 400.2 (SDTD, MTD et Δ TD), statex® prend en compte le nouveau paramètre TD-Skirt qui caractérise la stabilité du facteur de dissipation (TD) dans le temps. Ceci permet le calcul de l'indice de vieillissement R et de la vitesse de vieillissement V_R de la liaison câblée. De la même manière, il est possible d'émettre une recommandation quant-à la date à laquelle la prochaine mesure devrait avoir lieu ou aux travaux nécessaires sur la liaison câblée. Le calcul prend en compte, en outre, la limite économique d'exploitation du câble ainsi qu'une marge de sécurité propre à l'entreprise, ce qui permet de déterminer le moment optimal auquel le câble doit être remplacé.

À travers la prise en compte de consignes individuelles propres à l'entreprise et grâce à la visualisation dans une matrice tridimensionnelle des corrélations complexes entre les divers paramètres d'évaluation, statex® une possibilité nouvelle et révolutionnaire de gérer les installations d'une manière particulièrement rentable et sûre.

Caractéristiques

- LT Wizard : Un outil statistique complet pour l'évaluation de résultats de mesure et la définition de valeurs limite pour le calcul de la durée de vie résiduelle pour différents types et longueurs de câble
- Des informations sur l'état global du réseau permettent de réagir de manière ciblée aux états du câble critiques
- Détermination de la vitesse de vieillissement et de la durée de vie résiduelle d'un câble sur la base du diagnostic de TD avec tension VLF truesinus®.
- Représentation en 3D des corrélations entre les paramètres d'évaluation normalisés MTD, Δ TD et TD-Skirt comme base pour la détermination de la durée de vie résiduelle du câble
- Prise en compte des directives propres à l'entreprise pour la détermination de la date de réparation d'un câble (sécurité d'approvisionnement)
- Nouveau paramètre d'évaluation TD-Skirt pour l'estimation de la durée de vie résiduelle
- Indice de vieillissement R pour l'évaluation globale des pertes diélectriques, de la stabilité en tension et de la stabilité dans le temps
- Calcul de la date d'une « action requise »
- Les systèmes de diagnostic BAUR fournissent les données de mesure avec la précision requise
- Simplicité de suivi des données du câble et des données de mesure dans une base de données câbles centralisée

Objectifs

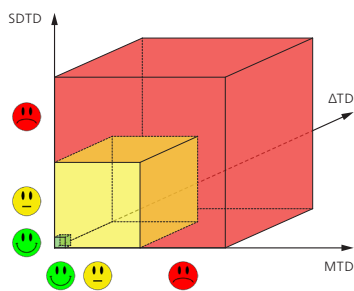
- Prévision optimale de la durée de vie résiduelle de la liaison câblée
- Diminution du taux de pannes
- Réduction des risques de coûts sociaux

Prévision statistique de la durée de vie résiduelle (principe)

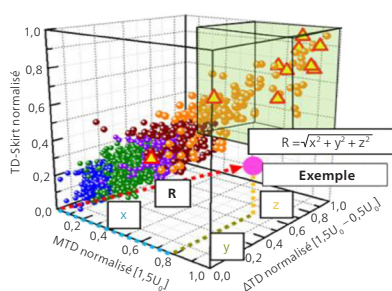
L'algorithme breveté du logiciel d'analyse statex® calcule, sur la base de l'évaluation statistique de 45 000 données de mesure sur 15 000 liaisons câblées (environ 7 000 km), un indice de vieillissement R. Cet algorithme a été développé et breveté par Korea Electric Power Corporation (KEPCO) en collaboration avec l'université de Mopko (Corée).

Le calcul de l'indice tridimensionnel de vieillissement R prend en compte, outre l'évaluation normalisée de MTD et ΔTD , le nouveau paramètre d'évaluation TD-Skirt. En plus des paramètres MTD, SDTD et ΔTD définis dans la IEEE 400.2, le calcul de l'indice de vieillissement R permet une recommandation précise quant à la date à laquelle la prochaine mesure devrait être effectuée ou aux travaux requis sur la liaison câblée, par exemple au bout de 3 ans.

Évaluation selon IEEE 400.2



Évaluation avec statex®



Lorsqu'une deuxième mesure est effectuée et que l'indice de vieillissement R est à nouveau déterminé, il est possible de calculer, sur la base des indices R des deux mesures, la vitesse de vieillissement et la durée de vie résiduelle à attendre de la liaison câblée. Ainsi, en faisant la différence entre la limite économique d'exploitation et la marge de sécurité propre au fournisseur d'énergie, on peut déduire le moment où des travaux deviendront nécessaires sur la liaison câblée.

Exemple : les économies réalisées par KEPCO grâce à statex®

L'évaluation des données de mesure de TD recueillies sur les 15 000 liaisons câblées selon IEEE 400.2 a indiqué qu'environ 255 km des câbles en exploitation se trouvaient dans la catégorie « action requise » (🔴).

En évaluant les mêmes données de mesure avec statex®, il a été constaté qu'environ 55 km seulement des câbles en exploitation présentait une durée de vie résiduelle inférieure à 2 ans. En d'autres termes, le remplacement de quelque 200 km n'était pas encore nécessaire.

Le résultat des évaluations des mesures par KEPCO avec statex®, comparé à celles effectuées selon les critères IEEE, a montré une augmentation de la durée de vie résiduelle statistique des câbles individuels d'environ 11 ans.

Possibilités d'analyse du logiciel

- Affichage de l'indice de vieillissement R pour les phases L1, L2, L3 d'une liaison câblée
- Évolution dans le temps de l'indice de vieillissement, représenté en 3D et en comparaison avec 45 000 points de mesure de KEPCO
- Résultats :
 - Indice de vieillissement R
 - Vitesse de vieillissement V_R
 - Durée de vie résiduelle statistique
 - Date de répétition de la mesure
 - Date de panne calculée
 - Courbe d'état 3D
 - Diagramme TD-Skirt
- Alarme avant une panne possible calculée
- Fonction de rappel pour la répétition de mesures
- Importation de données de mesure BAUR (BMF, MMF, IMF, MHT, CSV)

Possibilités de réglage propres à l'entreprise

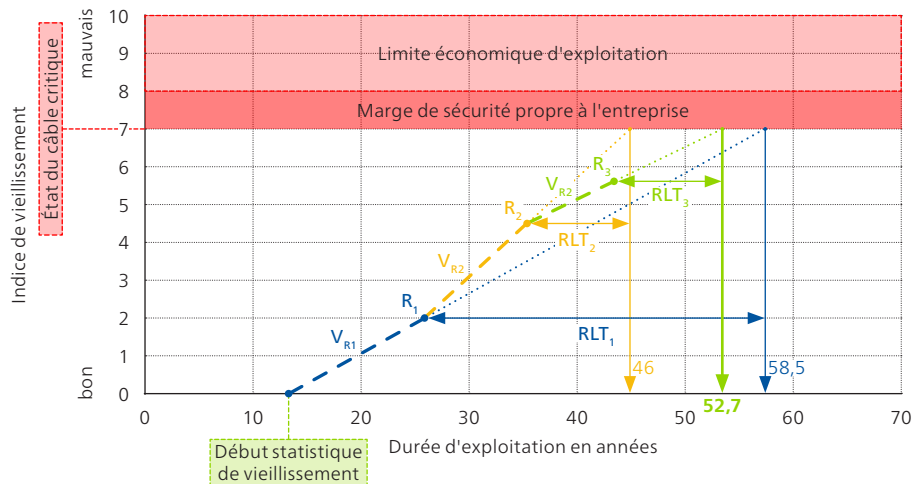
- Indice de vieillissement R pour différents types de câble
- Valeurs limite pour l'indice de vieillissement R
- Marge de sécurité pour la réparation ou le remplacement du câble avant la fin de la durée de vie calculée
- Définition de critères d'évaluation propres ou de critères selon IEEE 400.2

* Critères d'évaluation selon IEEE 400.2

- 🟢 Pas d'action requise
- 🟡 Examen supplémentaire recommandé
- 🔴 Action requise

Exemple : calcul de la durée de vie résiduelle statistique d'un câble

Dans l'exemple ci-dessous, on supposera un début de vieillissement DSP (degradation starting point) au bout de 13 ans et un état du câble critique CP (critical point) d'une valeur de 7,0.



Une première mesure de TD, après une durée d'exploitation DP (duty period) de 26 ans donne, pour l'indice de vieillissement R_1 du câble, une valeur de 2,0. On peut ainsi calculer, après la première mesure, la vitesse de vieillissement V_{R1} . Grâce à la vitesse de vieillissement, il est possible de calculer, après la première mesure, la durée de vie résiduelle statistique RLT (remaining life time) du câble.

$$V_{R1} = \frac{R_1}{DP_1 - DSP} = \frac{2,0}{26 \text{ ans} - 13 \text{ ans}} = 0,15 \text{ ans}^{-1} \quad RLT_1 = \frac{CP - R_1}{V_{R1}} = \frac{7,0 - 2,0}{0,15 \text{ ans}^{-1}} = 32,5 \text{ ans}$$

On peut déduire, à partir de la durée de vie résiduelle statistique, la durée prévisionnelle d'exploitation A_{CP1} du câble au moment où l'état du câble critique est atteint.

$$A_{CP1} = DP_1 + RLT_1 = 26 \text{ ans} + 32,5 \text{ ans} = 58,5 \text{ ans}$$

Une répétition de la mesure effectuée au bout de 10 ans, c'est-à-dire après une durée d'exploitation de 36 ans, donne un deuxième indice de vieillissement R_2 d'une valeur de 4,5. La vitesse de vieillissement V_{R2} , la durée de vie résiduelle statistique RLT_2 et la durée prévisionnelle d'exploitation A_{CP2} du câble au moment où l'état du câble critique est atteint peuvent être calculées comme suit :

$$V_{R2} = \frac{R_2 - R_1}{DP_2 - DP_1} = \frac{4,5 - 2,0}{36 \text{ ans} - 26 \text{ ans}} = 0,25 \text{ ans}^{-1} \quad RLT_2 = \frac{CP - R_2}{V_{R2}} = \frac{7,0 - 4,5}{0,25 \text{ ans}^{-1}} = 10 \text{ ans}$$

$$A_{CP2} = DP_2 + RLT_2 = 36 \text{ ans} + 10 \text{ ans} = 46 \text{ ans}$$

Une répétition de la mesure au bout de 8 ans, c'est-à-dire après une durée d'exploitation de 44 ans, donne un troisième indice de vieillissement R_3 de 5,7. La vitesse de vieillissement V_{R3} , la durée de vie résiduelle statistique RLT_3 et la durée prévisionnelle d'exploitation A_{CP3} du câble au moment où l'état du câble critique est atteint peuvent être calculées comme suit :

$$V_{R3} = \frac{R_3 - R_2}{DP_3 - DP_2} = \frac{5,7 - 4,5}{44 \text{ ans} - 36 \text{ ans}} = 0,15 \text{ ans}^{-1} \quad RLT_3 = \frac{CP - R_3}{V_{R3}} = \frac{7,0 - 5,7}{0,15 \text{ ans}^{-1}} = 8,7 \text{ ans}$$

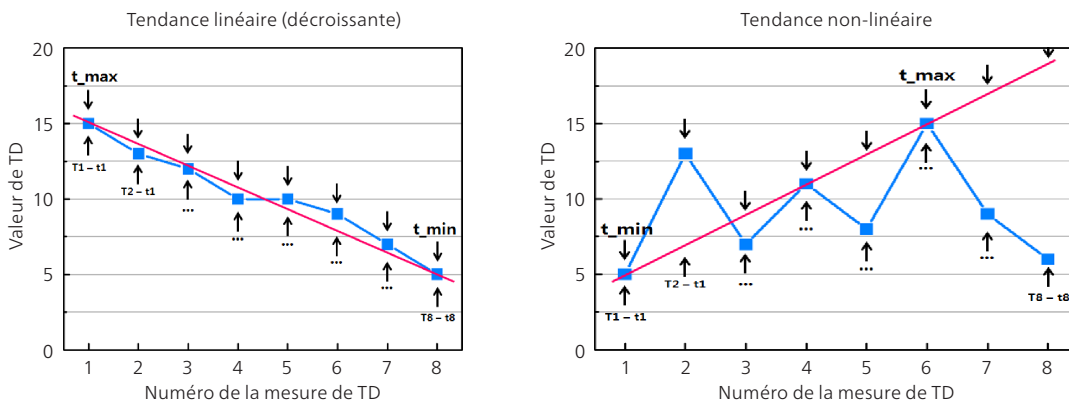
$$A_{CP3} = DP_3 + RLT_3 = 44 \text{ ans} + 8,7 \text{ ans} = 52,7 \text{ ans}$$

La prise en compte du vieillissement spécifique du câble permet de déduire des deux mesures renouvelées une durée d'exploitation possible du câble d'environ 52,7 ans.

Critères TD VLF

Le nouveau paramètre d'analyse TD-Skirt

Dans le cas des câbles avec pertes d'isolation, il existe des signes avant-coureurs comme par exemple l'augmentation ou la diminution constante des valeurs de TD, ou leur fluctuation au sein d'un palier de tension. Le degré de variation est dénommé TD-Skirt et il décrit la stabilité dans le temps des mesures de TD. Pour le déterminer, on trace une ligne virtuelle entre la valeur TD la plus élevée et la valeur la plus faible pour huit mesures de TD consécutives. Une tendance linéaire (croissante) des valeurs de mesure indique une modification des pertes diélectriques de l'isolation de câble, une tendance décroissante ou non-linéaire révèle, par exemple, de l'humidité ou des décharges électriques dans les extrémités de câble ou les boîtes de jonction.



Indice de vieillissement R

L'indice de vieillissement R se calcule à partir des valeurs normalisées MTD, ΔTD et TD-Skirt et donne des indications sur l'état de l'isolation de câble testé au moment de la mesure. Il est représenté comme un vecteur à trois dimensions.

$$R = \sqrt{MTD_{\text{normalisé}}^2 + \Delta TD_{\text{normalisé}}^2 + TD\text{-Skirt}_{\text{normalisé}}^2}$$

Données techniques

Informations générales		Configuration requise	
Langues de l'interface utilisateur	Anglais, allemand Autres langues sur demande	Système d'exploitation	Windows 7 (ou supérieur) Recommandé : Windows 8 (ou supérieur)
Format d'importation des données	BMF, MMF, IMF, MHT, CSV	Mémoire	au moins 4 GO de RAM Recommandé : au moins 8 GO de RAM
Format d'exportation des rapports	PDF, PNG	Serveur SQL	Microsoft SQL Server 2019
		Microsoft .NET Framework	4.5 (ou supérieur)
		Résolution de l'écran recommandée	1920 x 1080 pixels (Full HD)

Licences logicielles disponibles

Licences	Fonctions		
	Calcul de R	Prévision de la durée de vie résiduelle	LT Wizard
statex® core	✓	X	X
statex® pro (licence principale)	✓	✓	✓
Licence supplémentaire pour statex® pro pour l'intégration d'un poste de travail supplémentaire (uniquement en liaison avec une licence principale statex® pro)	✓	✓ (les paramètres de calcul sont définis de façon centralisée par l'intermédiaire du LT Wizard de la licence principale statex® pro)	X
statex® pack pro : 1 licence principale + 2 licences supplémentaires	✓	✓	✓



Logiciel développé par KEPCO

Contact :

BAUR GmbH (Headoffice Österreich)
T +43 (0)5522 4941-0
headoffice@baur.at

BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH
T +49 (0)2181 2979 0
vertrieb@baur-germany.de

BAUR GmbH (Branch UAE)
T +971 50 4440270
shibu.john@baur.at

BAUR France
T +33 (04) 69 98 27 27
infoFR@baur.eu

Baur do Brasil Ltda.
T +55 11 297 25 272
atendimento@baurdobrasil.com.br

BAUR Test Equipment Ltd. (UK)
T +44 (0)20 8661 0957
sales@baurtest.com

奥地利保尔公司上海代表处
电话 +86 (0)21 6133 1877
shanghaioffice@baur.at

BAUR Representative Office Hong Kong
T +852 2780 9029
office.hongkong@baur.at

Représentants BAUR:
www.baur.eu > BAUR worldwide

