

# Tests de diagnostic des transformateurs de mesure

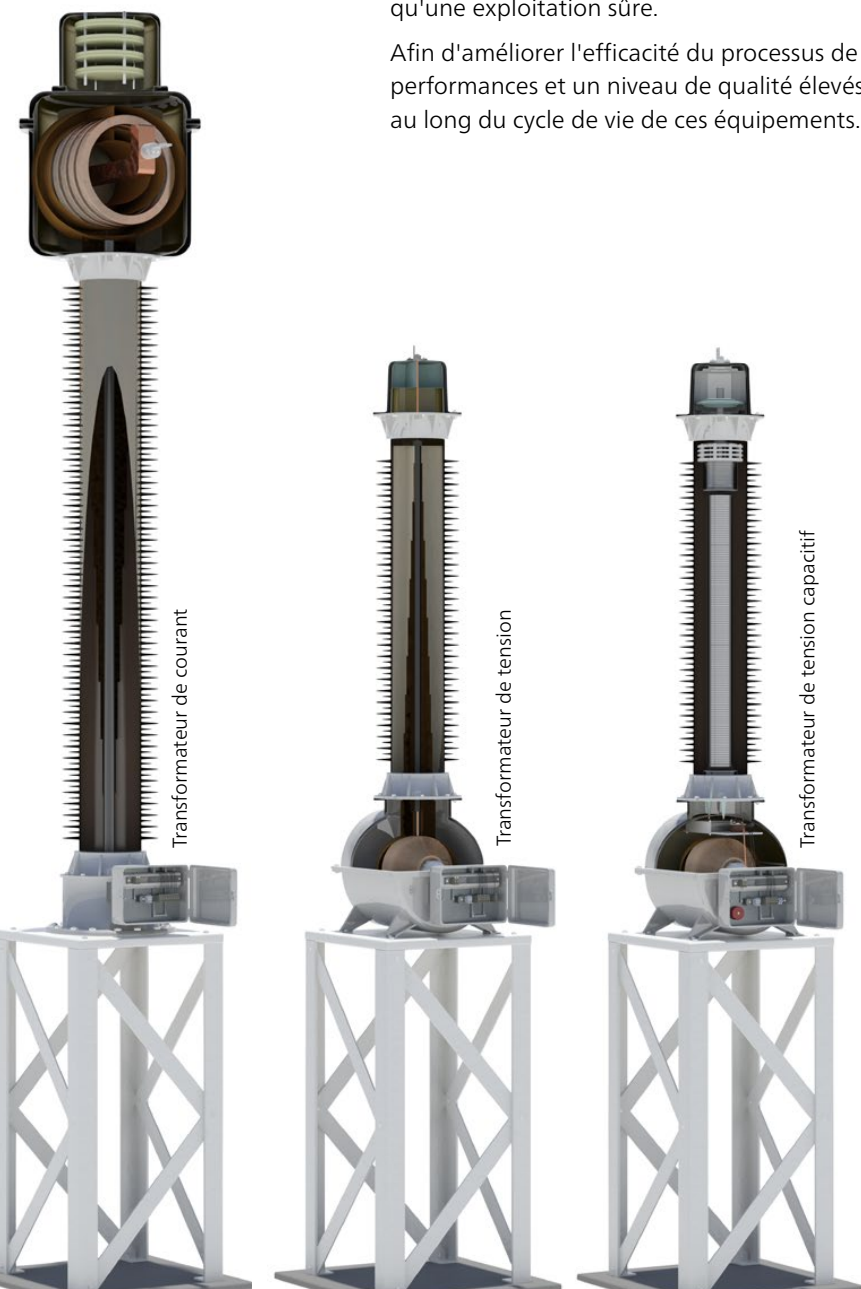


# Pour un niveau de qualité et d'efficacité élevé tout au long du cycle

Assurant le lien entre les systèmes primaires et secondaires, les transformateurs de mesure sont essentiels pour une alimentation électrique fiable et sûre.

Il est primordial de tester les transformateurs de mesure, afin de garantir un processus de production de qualité, une installation et une mise en service appropriées, ainsi qu'une exploitation sûre.

Afin d'améliorer l'efficacité du processus de production et de garantir des performances et un niveau de qualité élevés, des mesures doivent être effectuées tout au long du cycle de vie de ces équipements.



## Défaillances types

- > **Défauts de conception**  
En lien avec le rapport, le circuit magnétique, l'isolation
- > **Défauts de fabrication**  
Courts-circuits/circuits ouverts, défauts d'isolation
- > **Exploitation en dehors des spécifications**  
Charge excessive ou insuffisante, courants/tensions inappropriés
- > **Influences électriques**  
Surtensions par commutation, foudre, surtensions, courants de court-circuit
- > **Vieillessement et corrosion**  
Humidité, acides, oxygène, contamination, fuites

Conception

Fabrication

Tests de  
réception  
en usine

## Tests et mesures correctives

- > **Au cours du processus de production**  
Pour déterminer avec exactitude l'état et les performances du transformateur de mesure à différentes étapes du processus de production, afin de prévenir toute défaillance et, par conséquent, d'augmenter l'efficacité du processus de production
- > **À l'issue de la fabrication**  
Pour évaluer les performances effectives du transformateur de mesure par rapport aux normes applicables et obtenir des données de référence pour comparaison ultérieure
- > **Après le transport**  
Pour s'assurer que le transport n'a pas provoqué de défauts mécaniques au transformateur de mesure et que celui-ci fonctionne correctement
- > **Lors de l'installation et de la mise en service**  
Pour s'assurer que le transformateur de mesure a été correctement installé et qu'il fonctionne selon les spécifications applicables pour l'environnement d'exploitation
- > **Dans le cadre d'une maintenance régulière**  
Pour déterminer l'état général du transformateur de mesure, afin de prévenir toute défaillance, interruption de service et longue coupure

Cycle de vie des transformateurs de mesure



Transport



Installation et  
mise en service



Exploitation



# Composants d'un transformateur de mesure et défauts détectables



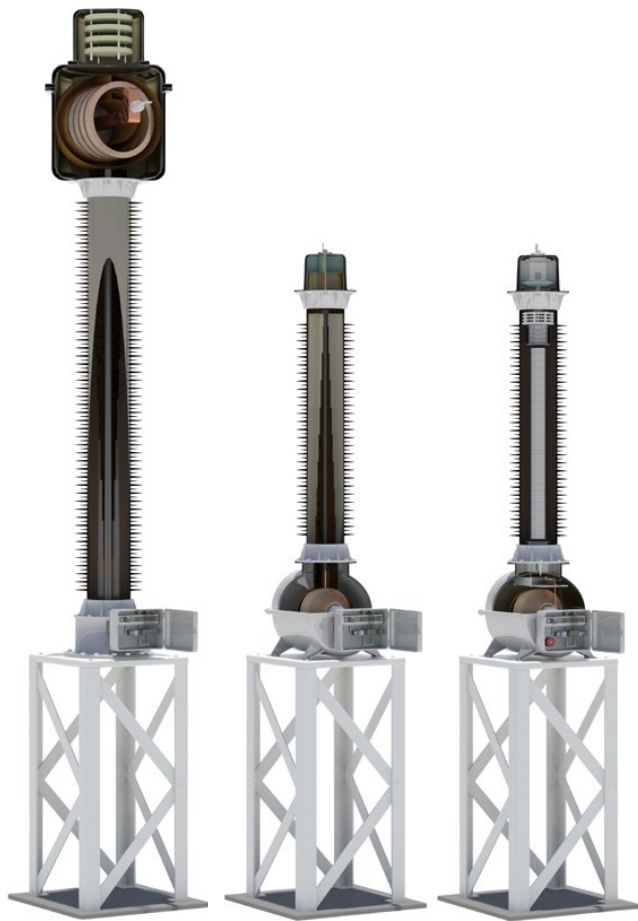
Composant	Défauts détectables
Isolation	Décharges partielles
	Humidité dans l'isolant papier
	Vieillessement, humidité, contamination des liquides isolants Défauts dans les couches capacitatives du dispositif de répartition des potentiels
Enroulements	Courts-circuits (entre les spires)
	Circuits ouverts
	Problèmes de contact
Circuit magnétique	Déformation mécanique
	Terre du circuit magnétique flottante
	Structure de serrage desserrée
	Courts-circuits magnétiques Prémagnétisation/magnétisme résiduel
Diviseur de tension capacitif	Claquage partiel de couches capacitatives
Bobine de compensation (TCT uniquement)	Spires en court-circuit
Circuit électromagnétique	Précision (erreur de rapport et déphasage)
	Erreur de rapport (erreur composite)
	Polarité
	Valeur nominale erronée du transformateur de mesure
Charge	Valeur nominale erronée
	Mauvaise connexion ou connexion défectueuse entre le transformateur de mesure et l'équipement de mesure/relais

■<sup>1</sup> : défauts entraînant des modifications de précision du transformateur de mesure

■<sup>2</sup> : défauts difficiles à identifier de manière claire, comparaison requise avec les données précédentes

Méthodes de mesure possibles											
							■				
								■			
								■	■		
									■		
	■ <sup>1</sup>	■		■ <sup>2</sup>	■						
	■ <sup>1</sup>	■		■ <sup>2</sup>	■						
	■ <sup>1</sup>	■			■						
	■ <sup>1</sup>			■ <sup>2</sup>							
	■	■									■
	■ <sup>1</sup>	■									
	■ <sup>1</sup>										
	■										
	■	■								■	
	■	■	■								
	■	■								■	■
						■					■
			■			■					
Précision (erreur de rapport et déphasage)											
Rapport/Erreur de rapport											
Polarité											
Caractéristiques de magnétisation											
Résistance d'enroulement											
Charge											
Analyse des décharges partielles											
Analyse de la réponse diélectrique (en fréquence)											
Test du facteur de puissance/dissipation											
Facteur limite de précision (ALF) et tension aux bornes (V <sub>b</sub> )											
Mesure du magnétisme résiduel											
Paramètres transitoires des TC											

# Solution de test idéale pour tous les besoins et toutes les applicatio



CT ANALYZER

VOTANO 100

Précision (erreur de rapport et déphasage)	■	■
Rapport/Erreur de rapport	■ <sup>1</sup>	■
Polarité	■	■
Caractéristiques de magnétisation	■	■
Résistance d'enroulement	■	■
Charge	■	■
Analyse des décharges partielles		
Analyse de la réponse diélectrique (en fréquence)		
Test du facteur de puissance/dissipation à 50 Hz ou 60 Hz		
à fréquence variable		
Facteur limite de précision (ALF) et tension aux bornes ( $V_b$ )	■	
Mesure du magnétisme résiduel	■	
Paramètres transitoires des TC	■	

<sup>1</sup> Mesure du rapport de TC et TT possible

<sup>2</sup> Test du rapport de TC et TT possible avec le CPC 100 : CP TD12/15 et amplificateur de courant requis pour les tests avec des amplitudes supérieures

<sup>3</sup> Pour les TC uniquement

<sup>4</sup> Accessoire supplémentaire CP TD12/15 requis

<sup>5</sup> Précision limitée

<sup>6</sup> Source de tension supplémentaire et condensateur standard requis

Équipement de test léger et ultra précis pour le test et l'étalonnage des transformateurs de courant



Équipement de test mobile et ultra précis pour le test et l'étalonnage des transformateurs de tension



ns

CPC 100	CPC 80 + CP TD12/15	COMPANO 100	DIRANA	MPD 800	TANDO 700
■ <sup>2</sup>		■ <sup>5</sup>			
■		■			
■ <sup>3</sup>					
■					
■		■			
				■	
			■		
■ <sup>4</sup>	■		■		■ <sup>6</sup>
■ <sup>4</sup>	■		■		■ <sup>6</sup>
■					


Équipement de test multifonctionnel pour un diagnostic et une évaluation complets de l'état de plusieurs éléments haute tension



Équipement de test du facteur de puissance/dissipation et de la capacité (avec source et condensateur de référence) pour divers éléments haute tension




Équipement de test portable pour injections primaire et secondaire et essais simples de protection




Équipement de test léger pour la détermination rapide et fiable de la teneur en humidité des transformateurs de mesure isolés avec du papier huilé



Système universel de mesure et d'analyse des décharges partielles (DP)



Équipement de test ultra précis pour la mesure du facteur de puissance/dissipation et de la capacité de divers éléments haute tension (avec source externe et condensateur de référence)



# Méthodes de tests électriques pour les transformateurs de mesure

## Tests électriques directs

Des signaux (tension/courant) sont injectés du côté primaire (HT) du transformateur de mesure, tandis que la valeur correspondante est mesurée du côté secondaire (BT). Les paramètres évalués sont le rapport, la précision, la polarité, etc.

Pour les tests de précision, différentes charges de test doivent être connectées au transformateur de mesure afin d'examiner leur influence sur le comportement de l'équipement. Cette méthode peut être utilisée pour les transformateurs de mesure conventionnels et non conventionnels.

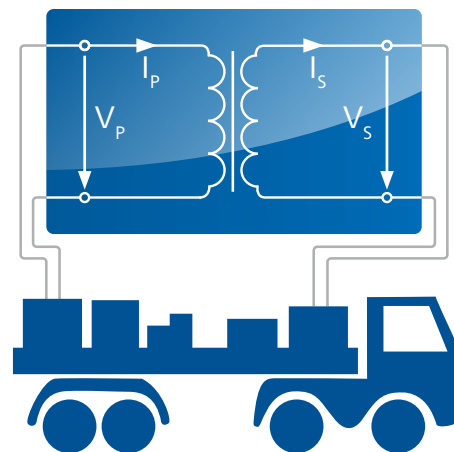
Les tests en usine des transformateurs de mesure incluent nécessairement un test réalisé à l'aide de cette méthode, aux valeurs nominales.

### Injection nominale primaire

Cette méthode utilise des signaux de test à des valeurs nominales (tension/courant). Une charge en fonctionnement doit être connectée au transformateur de mesure.

Cette méthode est utilisée dans les laboratoires d'étalonnage et parfois sur site, à l'aide d'équipements de test offrant un niveau élevé de précision.

Il s'agit en général de systèmes volumineux, lourds et, par conséquent, peu adaptés aux tests sur site, leur utilisation impliquant des coûts et des efforts élevés.



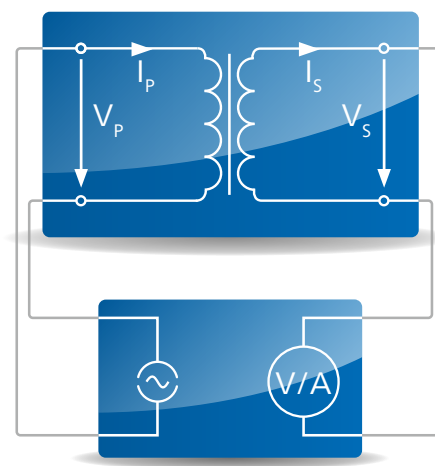
Injection nominale primaire

### Injection primaire

Cette méthode utilise des signaux de test primaires (valeurs pas nécessairement aux valeurs nominales). Elle permet un contrôle fonctionnel des transformateurs de mesure conventionnels uniquement, et ne peut pas être utilisée à des fins d'étalonnage ou de vérification de la classe (non-linéarité des transformateurs de mesure).

Pour les transformateurs de mesure non conventionnels (NCIT), l'utilisation de signaux de test d'amplitudes inférieures peut être pertinente, selon les caractéristiques de linéarité indiquées par le fabricant.

En général, les équipements de test sont transportables, mais d'une précision limitée. Cette méthode convient donc parfaitement aux essais de mise en service sur site.



Injection primaire



## Tests électriques indirects

Le test s'effectue du côté secondaire du transformateur de mesure, avec des signaux de test différents des valeurs primaires. Cette méthode convient pour les transformateurs de mesure conventionnels (TC, TT, TCT) uniquement.

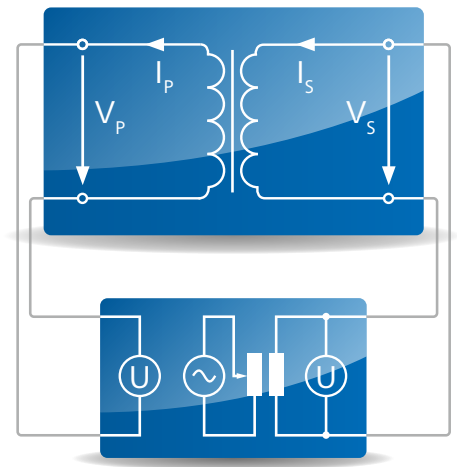
### Injection de tension secondaire

Il s'agit d'une méthode de test spécifique aux TC, qui requiert d'injecter une tension du côté secondaire. La tension de test correspond alors à la tension de fonctionnement aux bornes secondaires pour la valeur de charge nominale.

La courbe de magnétisation mesurée doit satisfaire aux normes internationales.

Il est possible de déterminer l'erreur composée en appliquant une tension en fonction des conditions de fonctionnement du TC. La mesure du courant de magnétisation correspondant permet d'en dériver le résultat.

Le grand avantage de cette méthode est qu'elle permet d'utiliser un équipement de test compact et léger sur site plutôt qu'un équipement d'injection primaire encombrant.



Injection de tension secondaire

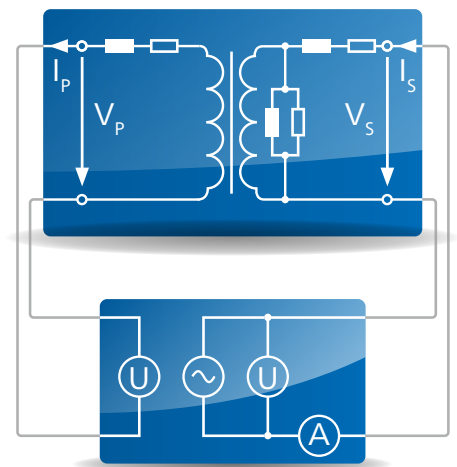
### Approche basée sur la modélisation

Cette méthode utilise des signaux de test de faible valeur, permettant l'utilisation d'équipements de test compacts et légers.

Avec cette approche, les transformateurs de mesure sont modélisés à l'aide du schéma de connexions équivalent (SCE). Les valeurs requises relatives aux transformateurs de mesure, telles que la précision, le rapport ou la polarité, sont calculées à partir des paramètres mesurés et déterminés du SCE.

Cette méthode peut être utilisée à des fins d'étalonnage et de diagnostic, puisque les paramètres du SCE fournissent des informations précises sur l'équipement. Même l'analyse des causes premières des défauts en est facilitée.

Elle est parfaitement adaptée aux applications sur site et en laboratoire (précision et légèreté).



Approche basée sur la modélisation

# Précision (conformément aux normes CEI/IEEE)

## Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge

## Objectif de la mesure

En évaluant l'intégrité du Transformateur de mesure, la mesure de la précision permet de garantir une alimentation électrique sûre, stable et économique. Le fait de connaître les performances de précision du Transformateur de mesure testé permet d'obtenir une image exacte des tensions et des courants du système.

Les transformateurs de courant et de tension inductifs (TC et TT), ainsi que les transformateurs de tension capacitifs (TCT) peuvent développer des écarts de rapport et de déphasage. L'exploitation d'un Transformateur de mesure à des charges, des tensions ou des courants différents peut modifier l'erreur de rapport et le déphasage, et entraîner un fonctionnement non conforme aux caractéristiques de précision spécifiées. Par ailleurs, les spires en court-circuit au sein des TC et les couches capacitives en court-circuit au sein des TCT passent souvent inaperçues. Cela peut mener à des erreurs de relevé, à des pertes de revenu et, dans certains cas, à un arrêt de service total. La mesure de la précision peut être réalisée au cours du processus de production, dans des laboratoires de test ou sur site.

## Fonctionnement

La précision des transformateurs (rapport et déphasage) est déterminée à l'aide d'une approche basée sur la modélisation. Cette méthode, qui utilise des algorithmes mathématiques intégrés, exploite le schéma de connexions des équipements. L'ensemble des paramètres de circuit sont déterminés à l'aide de mesures à basse tension, réalisées sur site et guidées par logiciel. On calcule ensuite la précision du transformateur à partir de ces données et de la condition de charge.

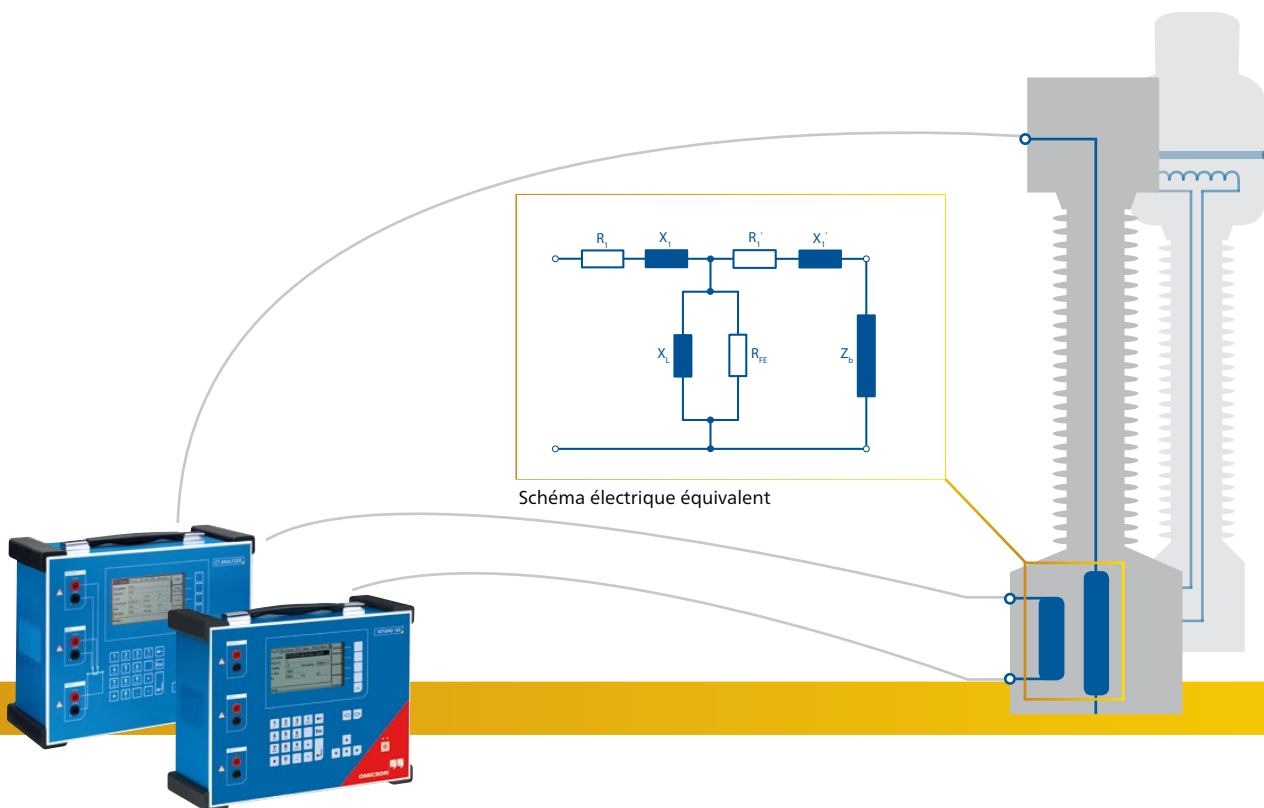


Schéma électrique équivalent

## Bon à savoir...

Seule l'approche basée sur la modélisation simule et prend en compte l'influence de différentes charges et plages de fonctionnement sur la précision des transformateurs.

La mesure de la précision peut également être effectuée à l'aide de la méthode d'injection primaire avec une charge connectée. Les autres méthodes de test classiques utilisent des courants ou des tensions élevés.

Cette approche peut également être utilisée à des fins de diagnostic approfondi, notamment pour les TCT. Outre l'erreur de rapport et le déphasage, cette mesure permet de déterminer les paramètres de circuit, dont l'examen peut permettre d'identifier la cause première d'un écart possible de précision.

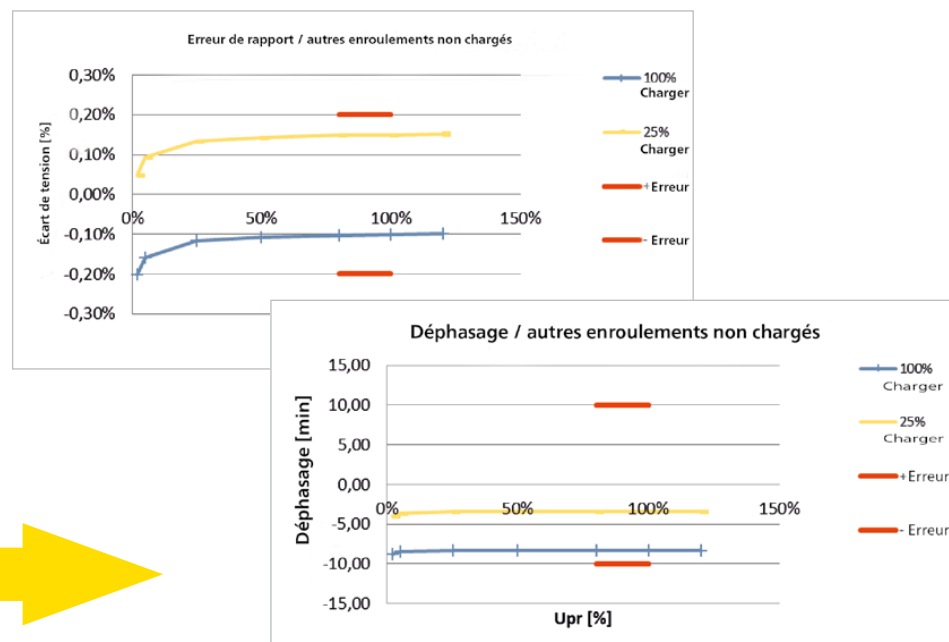
Étant donné que cette méthode utilise uniquement des tensions et des courants faibles, la mesure peut être réalisée au cours du processus de production, même sans l'isolation principale.

Les paramètres de circuit mesurés peuvent être transférés dans des programmes de simulation, afin de simuler le système avec une représentation non linéaire correcte des transformateurs de courant et de tension.

## Pourquoi utiliser le CT Analyzer et VOTANO 100 ?

- > Collecte de toutes les données applicables pour le test et l'étalonnage sur site des transformateurs de protection et de mesure
- > Seule méthode de mesure utilisant des signaux de test de faible amplitude ou comparablement sûrs
- > Solution bien plus compacte, légère, sûre et simple d'utilisation que n'importe quel autre équipement de test
- > Équipement léger permettant des mesures rapides sans objet de référence
- > Simulation des différents modes d'exploitation possibles après les mesures
- > Accessoires disponibles permettant des mesures sur les TC à plusieurs rapports et les TT à plusieurs prises
- > Évaluation automatique des résultats avec les valeurs définies dans les normes IEEE, ANSI ou CEI sélectionnées

Erreur de rapport et déphasage d'un Transformateur de mesure



# Rapport/Erreur de rapport

## Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- Circuit magnétique
- ✓ Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge

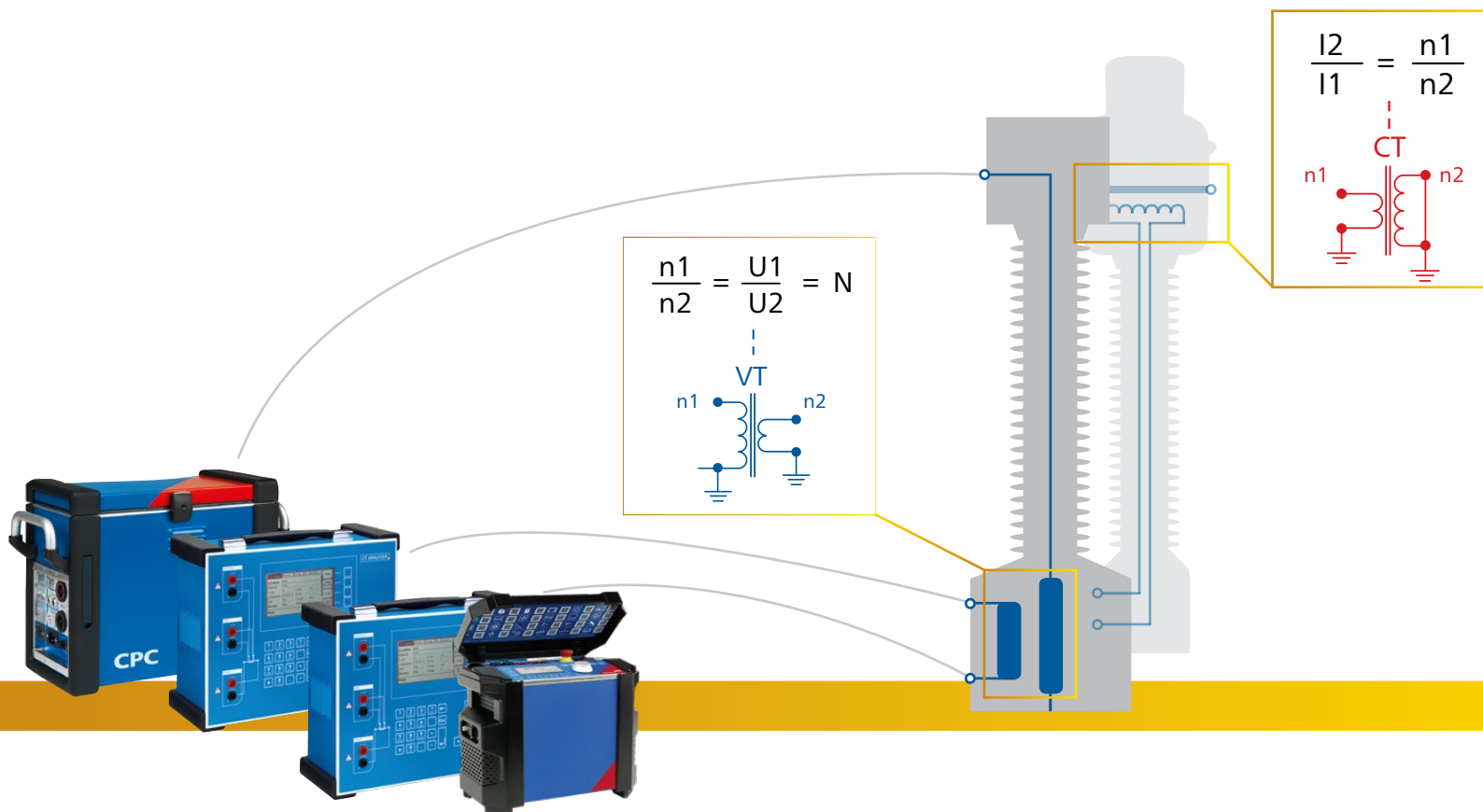
## Objectif de la mesure

La mesure du rapport, ou de l'erreur de rapport, est un test fonctionnel des performances des Transformateur de mesure intervenant lors de la phase de fabrication, des tests de réception en usine, des essais de mise en service ou des tests de performance après une panne. Le rapport mesuré est alors comparé aux spécifications de conception et aux valeurs nominales, ainsi qu'aux résultats de mesure précédents. L'erreur peut être calculée pour chaque point de test. Des écarts par rapport aux spécifications peuvent indiquer des défauts internes (par exemple, des courts-circuits ou des circuits ouverts) ou des défauts de production. Les erreurs de rapport peuvent provoquer un dysfonctionnement de la protection et une interprétation erronée de la tension ou du courant du système.

## Fonctionnement

L'équipement testé doit être un TC ou un TT, avec ou sans charge connectée. En l'absence de charge, le côté secondaire doit être placé en court-circuit pour un TC, et en circuit ouvert pour un TT. Le signal de test peut être appliqué du côté primaire ou du côté secondaire ; la mesure est réalisée de l'autre côté.

Il est également possible de mesurer le rapport de transformation, l'erreur de rapport ou l'erreur composée en appliquant une tension du côté secondaire. La tension secondaire, le courant de magnétisation et la tension induite sont mesurés du côté primaire.



## Bon à savoir...

Le contrôle du rapport est un test fonctionnel, qui n'égale généralement pas les tests de précision tels que spécifiés dans les normes CEI et IEEE.

Pour les TT capacitifs, il est judicieux de réaliser des tests distincts pour le rapport capacitif et le rapport du TT inductif intermédiaire. Cela permet de distinguer les défauts au niveau du diviseur capacitif de ceux au niveau du circuit électromagnétique.

Lorsque les résultats de mesure ne permettent pas une interprétation claire, il convient d'approfondir l'examen du Transformateur de mesure à l'aide de l'approche basée sur la modélisation.

Le rapport des TC peut également être déterminé par injection du côté secondaire. Pour obtenir des résultats de rapport de transformation de grande précision, la chute de tension dans la résistance d'enroulement secondaire doit être prise en compte.

Une mesure précise du déphasage permet par ailleurs de détecter les courts-circuits magnétiques (avantage lors du processus de fabrication).

## Pourquoi utiliser le CPC 100 ?

- > Signaux de test jusqu'à 2 kA et 12 kV/15 kV
- > Seul équipement de test permettant à la fois une injection primaire (méthode directe) et une injection secondaire (méthode indirecte)
- > Test possible des NCIT conformément à la norme CEI 61850

## Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Mesures de rapport et de précision complète possibles
- > Détermination automatique des valeurs nominales si celles-ci sont inconnues
- > Tensions de test faibles pour des mesures en toute sécurité
- > Grande précision de mesure (0,05 %)

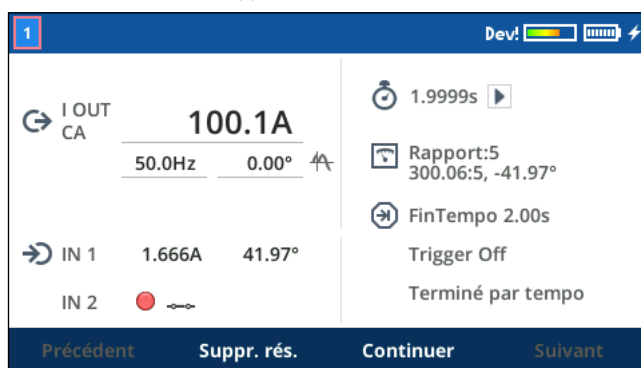
## Pourquoi utiliser le VOTANO 100 ?

- > Mesures de rapport et de précision complète possibles
- > Possibilité de réaliser des mesures de rapport de TCT capacitif et inductif distinctes
- > Grande précision de mesure (0,05 à 0,2 %)

## Pourquoi utiliser le COMPANO 100 ?

- > Combinaison des tests de rapport de TC/TT avec les tests de continuité du circuit, les contrôles de polarité et les mesures de charge
- > Mesures sélectives en fréquence

Résultats de mesure de rapport de TC



## Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge

## Objectif de la mesure

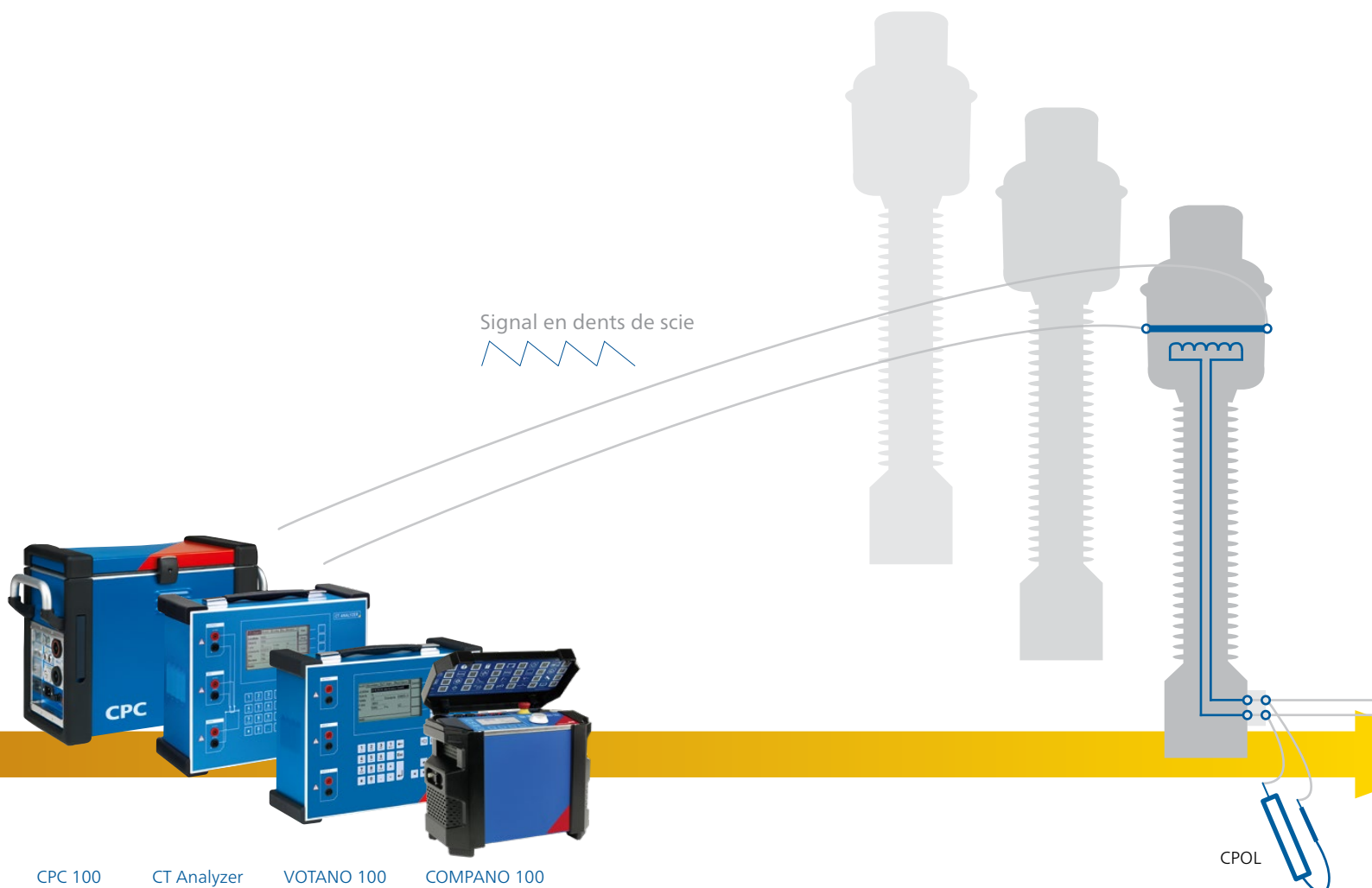
Ce contrôle permet de s'assurer que la polarité entre les enroulements primaire et secondaire d'un Transformateur de mesure et, par conséquent, la direction du flux d'énergie sont correctes. Cela permet de prévenir toute défaillance des équipements de protection connectés. Une protection de distance sélective ne peut en effet être garantie que si la polarité est correcte. Cette mesure permet également de vérifier que les équipements secondaires sont correctement raccordés au Transformateur de mesure, avec la polarité appropriée.

## Fonctionnement

Il existe deux méthodes.

La première méthode consiste à injecter un signal en dents de scie dans le système. Il peut s'agir d'un signal de courant ou de tension. Un contrôleur de polarité (CPOL) teste alors la polarité du signal injecté dans le circuit et indique clairement si elle est correcte ou non. Cela permet de contrôler le transformateur de mesure ainsi que les borniers et les câbles connectés.

La deuxième méthode consiste à appliquer une tension sinusoïdale au Transformateur de mesure, de mesurer le signal de l'autre côté et de comparer les vecteurs de tension/courant des deux côtés.



## Bon à savoir...

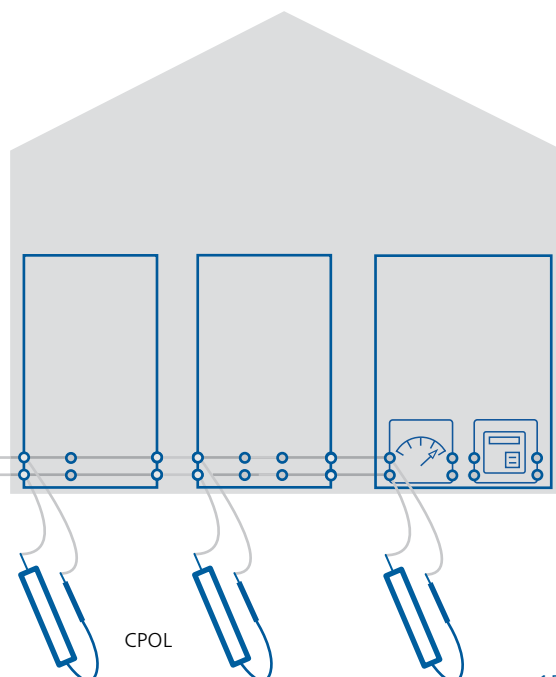
Les essais de mise en service doivent inclure un contrôle de la polarité, afin de garantir le bon fonctionnement et le raccordement approprié des équipements.

Pour les TC à l'intérieur d'équipements électriques, cette mesure permet de s'assurer qu'ils ont été correctement installés et connectés.

Dans le passé, la polarité était souvent contrôlée à l'aide de batteries et de multimètres standard. Mais cela entraînait la saturation du circuit magnétique et, par conséquent, un dysfonctionnement de la protection, ce qui est totalement impossible avec un signal alternatif ou en dents de scie.

Pour les TT, les courts-circuits provoquent une défaillance, ce type de transformateurs n'étant pas prévu pour fonctionner dans de telles conditions.

Il en va de même pour les TC qui ne doivent pas fonctionner en circuit ouvert.



### Pourquoi utiliser le CPC 100 ?

- > Contrôle de la polarité d'une chaîne de processus complète (TC, TT et câbles connectés)
- > Grande simplicité d'utilisation grâce au CPOL portable
- > Signal en dents de scie jusqu'à 2 kV ou 800 A
- > Test possible des NCIT conformément à la norme CEI 61850

### Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Détermination de la polarité de TC par comparaison des vecteurs de tension sinusoïdale
- > Détermination des principaux paramètres, tels que le rapport et le déphasage
- > Génération possible d'un signal en dents de scie pour le contrôle des câbles connectés

### Pourquoi utiliser le VOTANO 100 ?

- > Contrôle de la polarité de TT sans CPOL mais à l'aide d'une tension sinusoïdale
- > Mesure simultanée du rapport et de la polarité
- > Équipement de test dédié aux TT

### Pourquoi utiliser le COMPANO 100 ?

- > Contrôle de la polarité d'une chaîne de processus complète (TC, TT, câbles connectés et directionnalité des relais)
- > Utilisation conjointe d'un signal de test asymétrique sans composante continue et d'un CPOL

# Caractéristiques de magnétisation

## Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- ✓ Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge

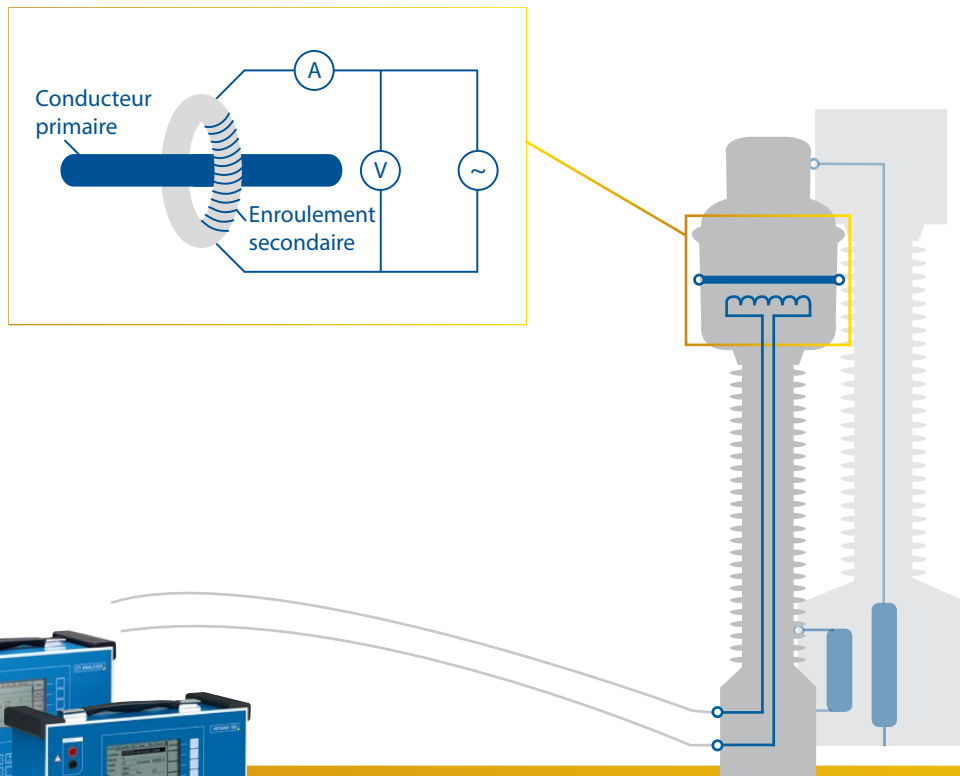
## Objectif de la mesure

Le courant de magnétisation impacte l'erreur et, par conséquent, les performances des Transformateur de mesure. La tension du point de coude est primordiale pour le bon fonctionnement de l'équipement de protection connecté. Pour les TC de mesure, la courbe de magnétisation peut être utilisée pour analyser le facteur de sécurité (FS). Les TC de protection, tels que définis par les normes CEI et IEEE, peuvent être configurés en tenant compte des caractéristiques de magnétisation. Enfin, il est possible d'utiliser la courbe de magnétisation des TT à des fins d'analyse de ferrorésonance, de simulation de réseau ou encore d'identification des spires en court-circuit ou des défauts du circuit magnétique.

## Fonctionnement

La mesure de magnétisation est réalisée de manière « indirecte », puisqu'on applique une tension du côté secondaire pour mesurer le courant de magnétisation. Ce test peut être effectué à la fréquence nominale ou à une fréquence variable, afin d'en réduire la durée et de permettre la mesure de tensions de point de coude de plusieurs kV tout en appliquant de faibles tensions.

Pour les TC, on calcule ensuite les points de coude à partir des spécifications formulées dans les normes CEI et IEEE.



CPC 100

CT Analyzer

VOTANO 100



### Bon à savoir...

Toutes les méthodes de test fournissent des résultats similaires, alors même que les méthodologies diffèrent.

L'approche à fréquence variable présente un sérieux avantage, puisqu'elle permet l'utilisation de tensions de test inférieures, des temps de test réduits ainsi que la mesure des TC présentant des points de coude comparativement élevés allant jusqu'à 40 kV.

Il est très important de démagnétiser les Transformateur de mesure avant et après le test, afin de s'assurer qu'aucun flux rémanent ne puisse en affecter les performances.

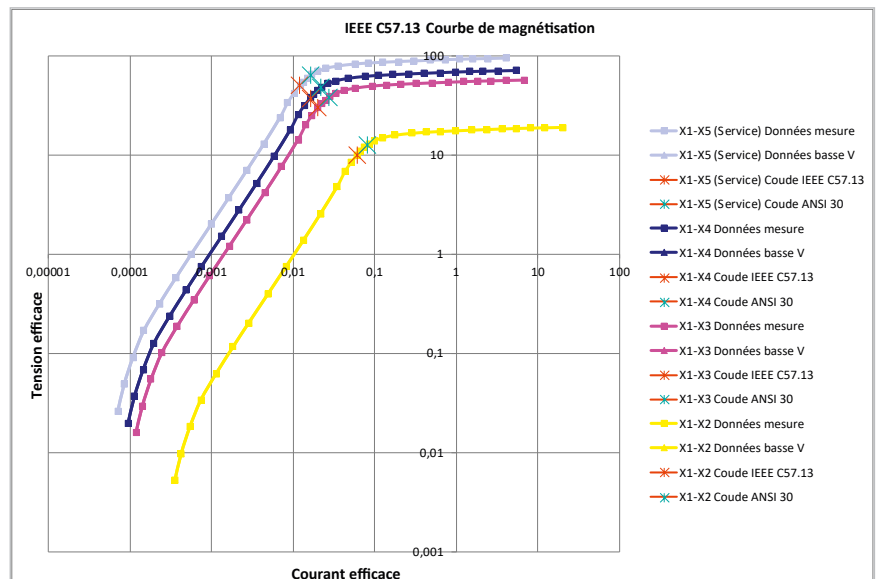
### Pourquoi utiliser le CPC 100 ?

- > Possibilité de tensions de test élevées allant de 0 à 2 kV
- > Analyse des données et des tendances à l'aide de Primary Test Manager
- > Mesures à des fréquences de test variables comprises entre 15 et 400 Hz

### Pourquoi utiliser le CT Analyzer et VOTANO 100 ?

- > Test sécurisé grâce à une tension de test relativement basse de 120 V maximum
- > Durée de test réduite avec la méthode à fréquence variable
- > Excellente immunité vis-à-vis des interférences et perturbations provenant des lignes électriques sous tension à proximité
- > Intégration de la mesure de magnétisation dans le processus de mesure pour les TC
- > Possibilité de mesurer des points de coude élevés jusqu'à 40 kV avec la méthode à fréquence variable
- > Comparaison directe de la courbe de magnétisation avec une courbe de référence existante (tendances)

Courbes de magnétisation d'un TC à plusieurs rapports



# Résistance d'enroulement

## Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge

## Objectif de la mesure

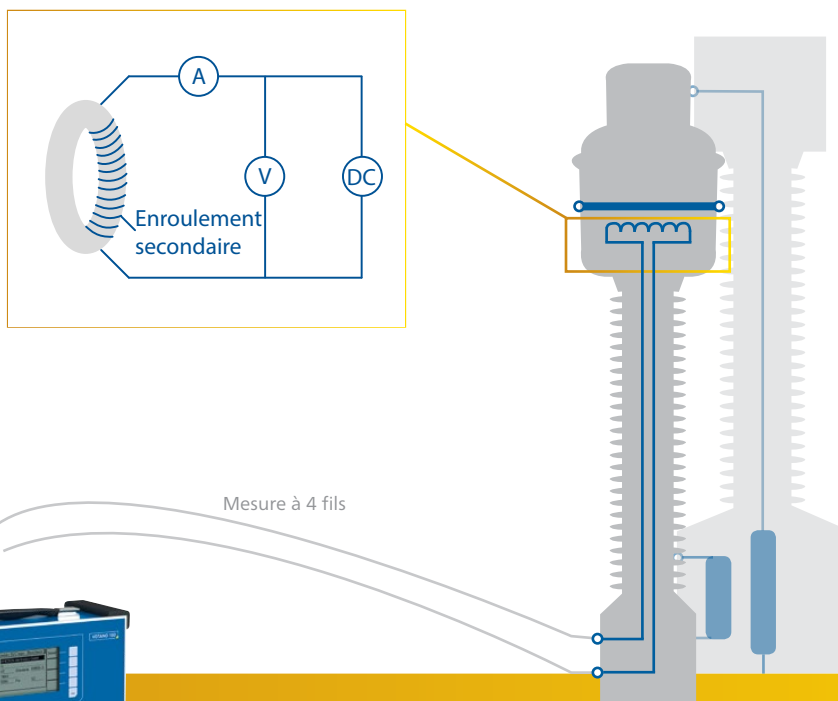
Cette mesure permet de détecter les éventuels problèmes de contact et défauts électriques au niveau des enroulements. Le niveau d'induction des TC dépend de la résistance d'enroulement secondaire. L'induction est en effet déterminée en fonction de la chute de tension dans la résistance d'enroulement secondaire et de la charge. Lorsque la résistance d'enroulement secondaire diffère de la valeur nominale en raison de défauts de fabrication, de connexion ou de fonctionnement, l'induction peut être trop élevée, provoquant une surchauffe ou des restrictions opérationnelles.

La précision et le facteur limite de précision (ALF) des TC dépendent également de la résistance d'enroulement secondaire. Plus elle est élevée, plus l'ALF est faible. Des spires en court-circuit modifient la résistance d'enroulement et compromettent le fonctionnement des Transformateur de mesure (en particulier des TT). De même, des enroulements secondaires de TC en circuit ouvert représentent un danger, puisque cela peut entraîner des tensions élevées ou une surchauffe et, par conséquent, une défaillance des équipements.

## Fonctionnement

Une tension ou un courant continu est appliqué au niveau de l'enroulement secondaire. Pour les contrôles d'intégrité, cette mesure peut également s'avérer intéressante pour l'enroulement primaire des TC primaires enroulés.

Après la saturation du circuit magnétique, une valeur stable pour le courant mesuré est atteinte. Le rapport entre la tension et le courant permet de calculer la résistance d'enroulement.



CPC 100

CT Analyzer

VOTANO 100

### Bon à savoir...

Cette mesure permet de s'assurer de l'installation appropriée des TC à l'intérieur d'équipements plus volumineux, tels que les transformateurs de puissance ou les disjoncteurs.

Certaines normes considèrent la résistance d'enroulement comme une valeur nominale.

Les mesures en courant continu provoquent une saturation du circuit magnétique ; il est donc essentiel de procéder à sa démagnétisation après toute mesure de résistance d'enroulement en courant continu.

La magnétisation en courant continu ne permet pas d'atteindre une valeur de résistance stable. Il convient donc de définir un écart admissible  $R_{\text{écart}}$ . Pour être exploitable, la valeur mesurée doit rester dans cet écart admissible pendant un certain temps (voir le graphique ci-après).

### Pourquoi utiliser le CPC 100 ?

- > Test intégré au sein d'un équipement de test polyvalent
- > Mesure stable grâce à la prise en compte de l'influence du circuit magnétique
- > Excellente immunité vis-à-vis du bruit extérieur
- > Grande précision de mesure

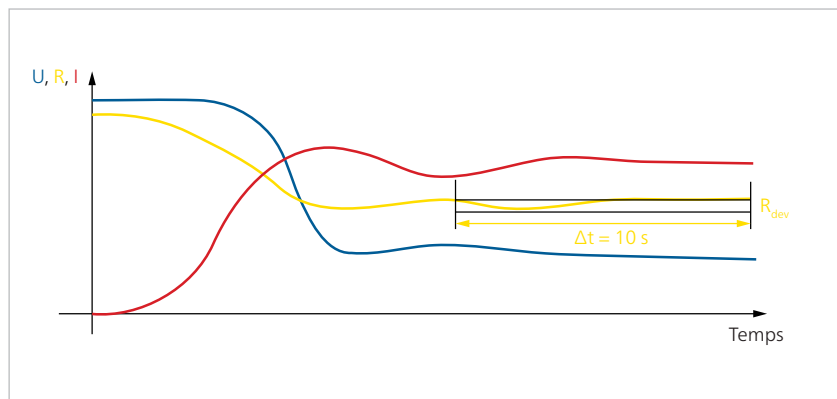
### Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Possibilité d'intégrer la mesure dans un processus de test de TC complet incluant la précision, la magnétisation, l'ALF, etc.
- > Grande précision de 0,05 % + 1 mΩ avec une résolution de 1 mΩ

### Pourquoi utiliser le VOTANO 100 ?

- > Avec l'amplificateur de tension VBO2 avec boîtier de commutation, possibilité de réaliser le test depuis une zone sécurisée sans avoir recours à des câbles longs et donc, sans impact sur la mesure
- > Processus de test intégré pour les TT

Profil de résistance d'enroulement au fil du temps



# Mesure de la charge

## Que peut-on tester ?

- Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- ✓ Charge

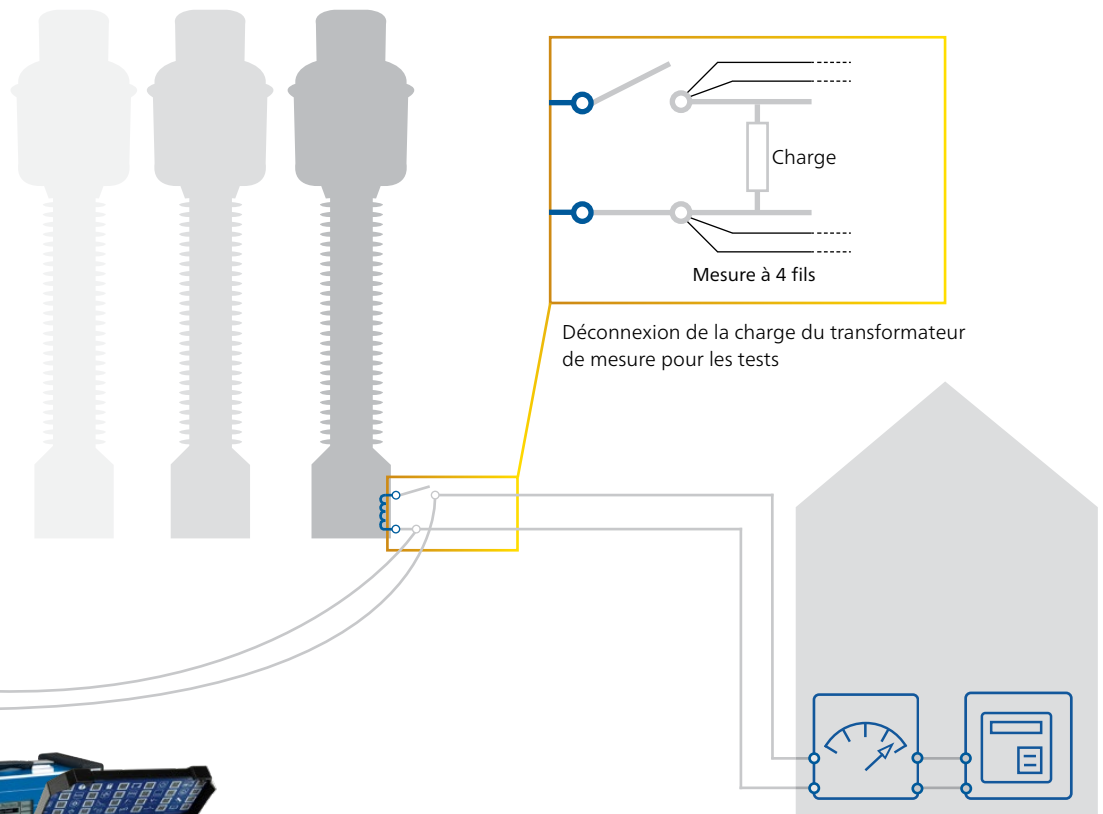
## Objectif de la mesure

Étant donné que la charge connectée a un impact significatif sur les performances d'un transformateur de mesure, le bon fonctionnement de l'équipement requiert de connaître la charge exacte en fonctionnement. Cette mesure permet de déterminer l'influence des câbles et autres connexions sur l'impédance de charge. Puisque la charge définit et/ou affecte la précision des transformateurs de mesure, les valeurs de charge doivent impérativement être connues, et la charge spécifiée ne doit en aucun cas être dépassée ou réduite.

La mesure de la charge permet également d'identifier les connexions erronées et les défauts de connexion, afin de prévenir tout fonctionnement d'un TC en circuit ouvert ou d'un TT en court-circuit.

## Fonctionnement

La charge est connectée à l'équipement de mesure, et non au transformateur de mesure. La charge est ensuite déterminée à l'aide d'une mesure d'impédance complexe (avec amplitude et déphasage). Elle est exprimée en VA et en tant qu'impédance. La valeur nominale VA se rapporte toujours à la tension ou au courant nominal(e) secondaire.



## Bon à savoir...

En cas de changement du point de fonctionnement, la charge peut affecter l'ALF des TC de protection, qui arrivent alors à saturation trop tôt. Dans le cas des TC de mesure, la protection des instruments de mesure connectés assurée par la saturation du circuit magnétique peut être compromise en cas de connexion d'une charge de polarité ou de valeur inappropriée.

Pour les TT, ce sont les courants de charge et de magnétisation qui déterminent l'erreur. L'influence du courant de magnétisation étant généralement moindre et pouvant être compensée lors de la fabrication, le courant de charge est dominant. La charge opérationnelle est donc très importante.

Le transformateur de mesure peut être endommagé si la connexion présente des courts-circuits (TT) ou des circuits ouverts (TC).

## Pourquoi utiliser le CPC 100 ?

- > Équipement de test polyvalent pour TC et TT, et pour les charges de toutes valeurs et conceptions
- > Précision de mesure jusqu'à 0,1 % de la plage automatiquement sélectionnée (0 à 0,3/3/30/300 V CA)
- > Possibilité de charger à tout moment des données de mesure existantes dans l'équipement de mesure
- > Spécifications de sortie permettant de réaliser des tests à des tensions et des courants nominaux et avec des valeurs supérieures

## Pourquoi utiliser le CT Analyzer et le VOTANO 100 ?

- > Possibilité d'intégrer la mesure de la charge dans un processus de test complet du transformateur de mesure (avec tous les paramètres standard applicables)
- > Recalcul/simulation possible de la précision du transformateur de mesure pour différentes charges et différents courants/tensions primaires
- > Possibilité de charger à tout moment des données de mesure existantes dans l'équipement de mesure

## Pourquoi utiliser le COMPANO 100 ?

- > Combinaison des contrôles de câblage avec les mesures de charge
- > Facilement transportable grâce à son faible poids et à son fonctionnement sur batterie

Influence de la charge sur la précision des TT

Puissance		Erreur du rapport de tension en % à % de la tension nominale					
VA	cos Phi	Charge en %	2%	5%	80%	100%	120%
15	0.8	100	0.088%	0.123%	0.177%	0.177%	0.176%
		3.75	0.033%	0.362%	0.415%	0.417%	0.415%
15	0.8	100	4.825	4.287	3.180	3.186	3.245
		3.75	2.802	2.263	1.155	1.161	1.220
15	0.8	100	-0.57%	-0.54%	-0.482%	-0.481	-0.483%
		3.75	-0.33%	-0.30%	-0.246%	-0.245	-0.246%
15	0.8	100	2.320	1.7825	0.678	0.683	0.737
		3.75	0.302	-0.235	-1.340	-1.335	-1.300

Influence de la charge sur la précision des TC

Puissance		Erreur de rapport de courant en % à % du courant nominal								
VA	cos Phi	Charge en %	1 %	5 %	10 %	20 %	50 %	100 %	120 %	200 %
15	0.8	100	-0,023	-0,023	-0,021	-0,018	-0,013	-0,010	-0,009	-0,008
		25	-0,023	-0,023	-0,021	-0,018	-0,013	-0,010	-0,009	-0,008
7,5	0.8	100	-0,008	-0,010	-0,010	-0,008	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002
		25	-0,008	-0,010	-0,010	-0,008	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002
3,75	1	100	0,005	0,001	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,001	0,001
		25	0,005	0,001	0,000	-0,001	-0,000	0,000	0,001	0,001
0	1	100	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004
		25	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004

# Analyse des décharges partielles

## Que peut-on tester ?

- ✓ Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge

## Objectif de la mesure

Les décharges partielles (DP) peuvent endommager l'isolation des transformateur de mesure. Elles peuvent être causées par des points chauds localisés, des surfaces aigüées ou une pénétration d'eau, ou encore par des vides ou des poches d'air pour les transformateur de mesure à isolation imprégnée de résine. Des défauts de conception peuvent également entraîner l'apparition d'un champ magnétique localisé puissant et, par conséquent, d'une activité de DP. Ce qui peut, à terme, mener à des défaillances et à des arrêts coûteux.

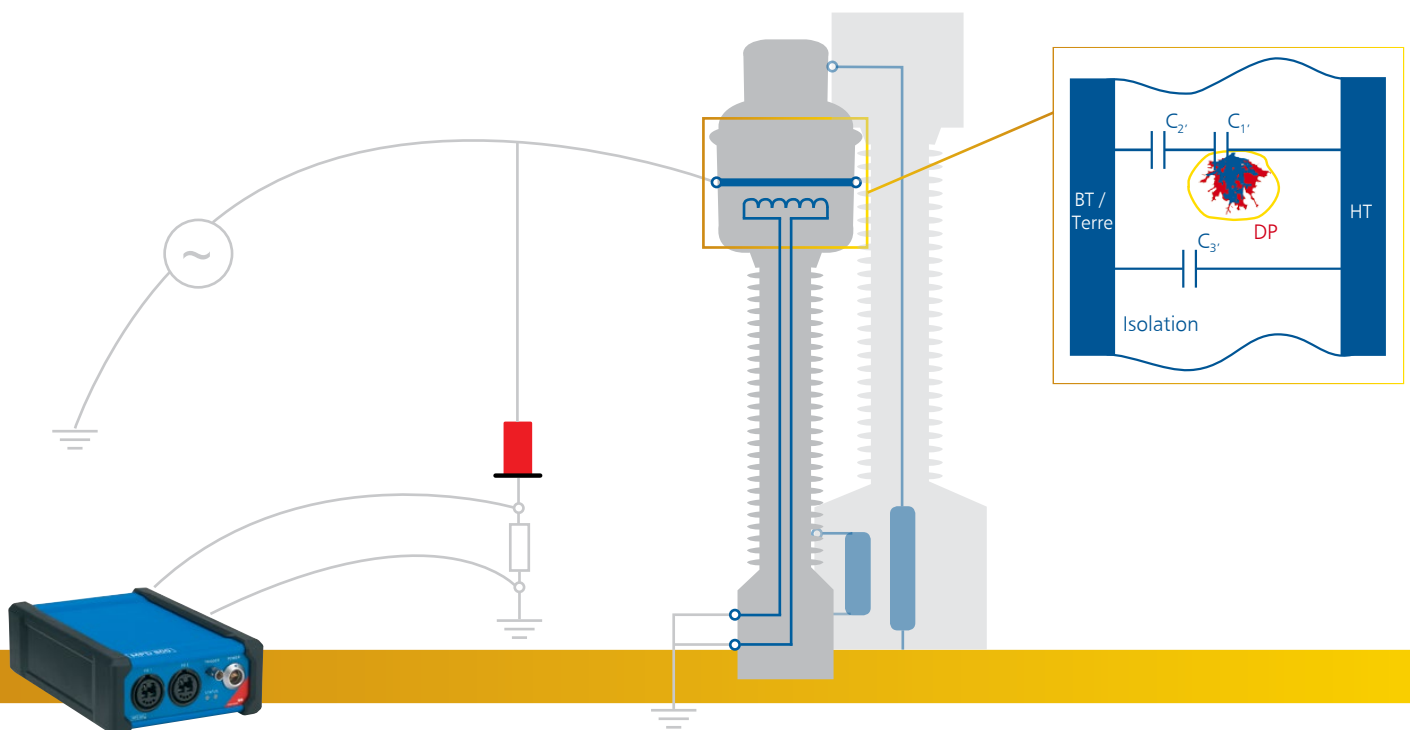
On peut également observer des DP lorsque le matériau d'isolation entre différents potentiels de tension est usagé, contaminé ou défectueux.

La mesure des DP est une méthode fiable et non intrusive permettant de diagnostiquer l'état du système d'isolation d'un transformateur de mesure. Elle peut être utilisée en laboratoire à des fins de diagnostic (pour les tests de réception en usine) ou sur site pour la détection des défauts critiques et l'évaluation des risques.

## Fonctionnement

Dans le cadre de la mesure et de l'analyse de l'activité de DP dans les transformateur de mesure, les différents tests et montages de test sont déterminés par le type du transformateur et la norme par rapport à laquelle les mesures sont effectuées. En fonction du type de transformateur de mesure, le système d'analyse des DP doit être raccordé à un condensateur de couplage externe ou à la mise à la terre de l'équipement.

Les mesures de DP sont généralement exprimées en pC. Des techniques perfectionnées de suppression du bruit sont couramment appliquées dans les environnements exposés à de fortes interférences pour limiter les données non pertinentes.



## Bon à savoir...

Une décharge partielle est une décharge électrique localisée qui ne franchit que partiellement un système d'isolation électrique solide ou liquide sous l'effet d'un champ à haute tension.

Un circuit de test est installé afin que la capacité court-circuitée soit rechargée à partir du condensateur de couplage. Le courant de recharge peut être mesuré et corrélé au niveau de décharge.

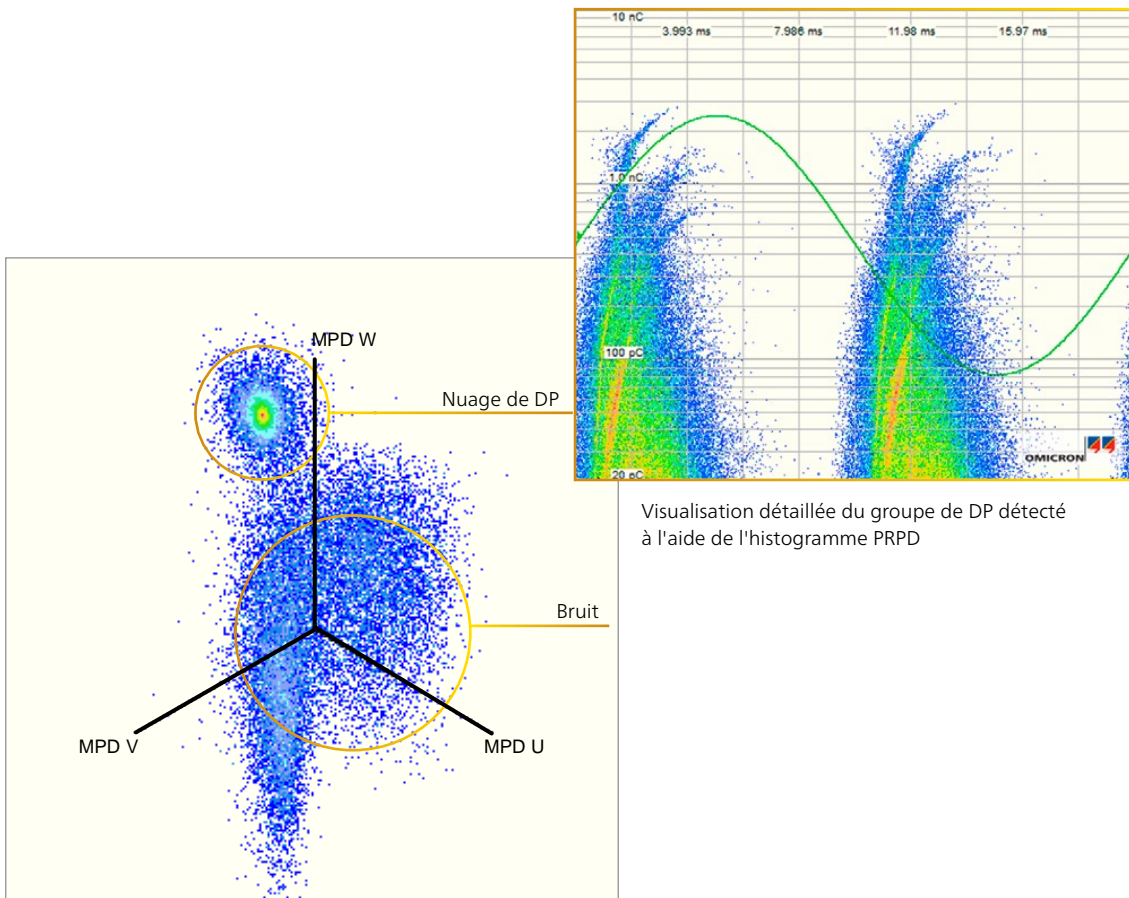
Grâce à l'interprétation des modèles, il est possible de séparer les DP internes et externes, ainsi que les décharges de surface et les potentiels flottants.

L'évaluation multi-spectrale (3CFRD) peut quant à elle être utilisée pour séparer les différentes sources de DP via l'analyse des réponses en fréquence obtenues avec un canal de mesure unique.

Enfin, l'utilisation d'un pont de mesure équilibré (MBB1) permet de réaliser des tests de DP monophasés, pour les montages de test en CA et CC, en laboratoire ou sur site. Cela peut se révéler particulièrement utile dans les environnements à fortes interférences.

## Pourquoi utiliser le MPD 800 ?

- > Mesures des DP conformes aux normes CEI sur les réducteurs de mesure.
- > Isolation galvanique via des câbles à fibre optique pour un fonctionnement sûr.
- > Possibilités de filtrage et de mesure de DP multicanal et synchrone.
- > Enregistrement d'un ensemble de données de DP pour relecture et analyse ultérieure.
- > Méthodes de suppression active des interférences et de filtrage pour une précision optimale même avec des interférences élevées.
- > Logiciel personnalisable qui permet aux utilisateurs de ne sélectionner que les outils d'analyse de DP dont ils ont besoin.



Visualisation détaillée du groupe de DP détecté à l'aide de l'histogramme PRPD

Diagramme 3PARD (3-Phase Amplitude Relation Diagram) de séparation des sources de DP et du bruit

# Analyse de la réponse diélectrique (en fréquence)

## Que peut-on tester ?

- ✓ Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge

## Objectif de la mesure

L'analyse de la réponse diélectrique, également appelée « analyse de la réponse diélectrique en fréquence », est utilisée pour les transformateur de mesure inductifs isolés par papier huilé à des fins d'évaluation de la teneur en humidité de l'isolation cellulosique, et permet donc d'en déterminer l'état.

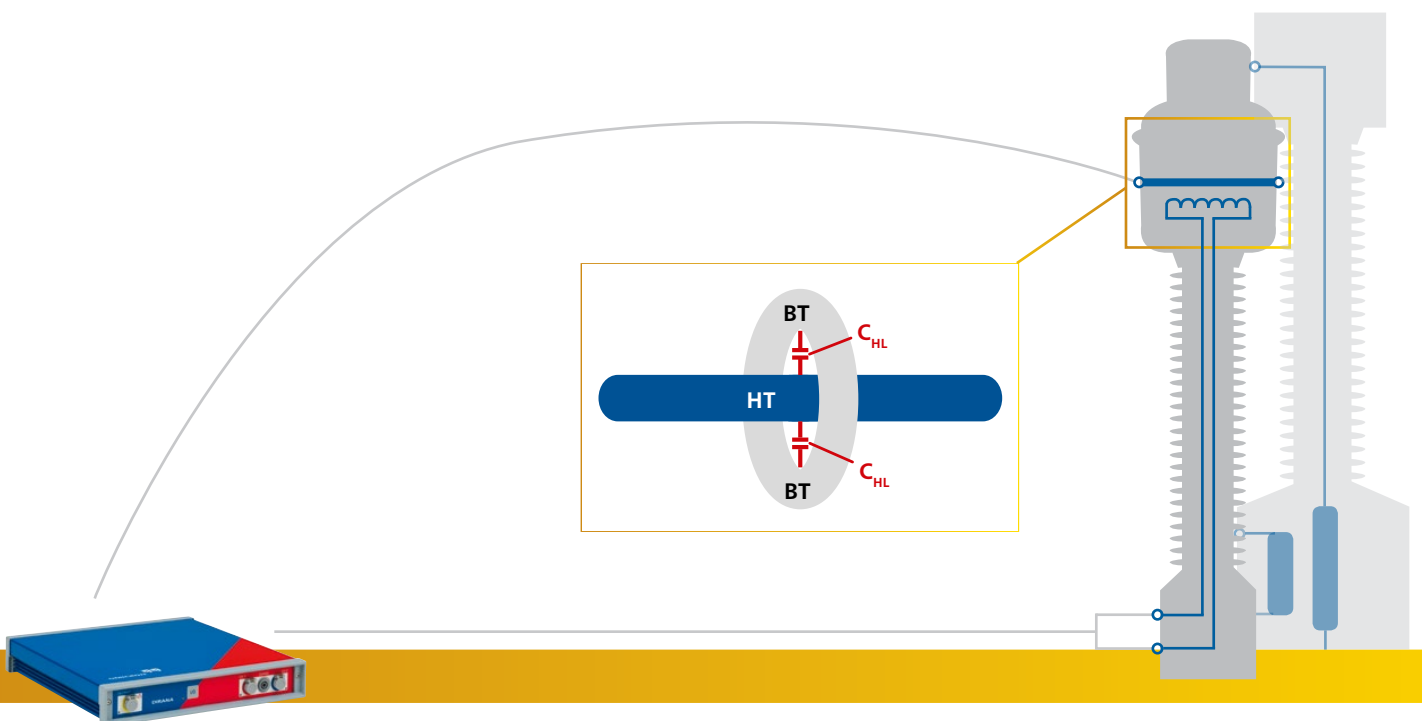
La présence d'humidité dans l'isolation de ce type de transformateur de mesure peut s'expliquer par un séchage insuffisant lors de la phase de fabrication ou être due à des fuites. Ce phénomène entraîne une baisse de la résistance au claquage et une augmentation des pertes.

Pour les transformateur de mesure isolés par papier huilé, une teneur en humidité élevée dans l'isolation peut mener à des défaillances susceptibles de provoquer la destruction totale des équipements. Il s'agit donc d'un facteur important pour l'évaluation de l'état des transformateur de mesure.

## Fonctionnement

L'isolation principale des TC est directement accessible à des fins de mesure. Pour les TT, un accès direct à l'intégralité de l'isolation principale est difficile, car elle est constituée des isolations des différentes spires de l'enroulement primaire. Il est toutefois possible de mesurer la réponse diélectrique entre les enroulements primaire et secondaire, ainsi qu'entre l'enroulement primaire et la terre.

Le facteur de dissipation/puissance de cette isolation est mesuré sur une plage de fréquences très étendue. La courbe qui en résulte contient des informations sur l'état de l'isolation.





## Bon à savoir...

Il n'existe pas d'autres manières non invasives d'évaluer la teneur en humidité d'un transformateur de mesure avec une précision comparable.

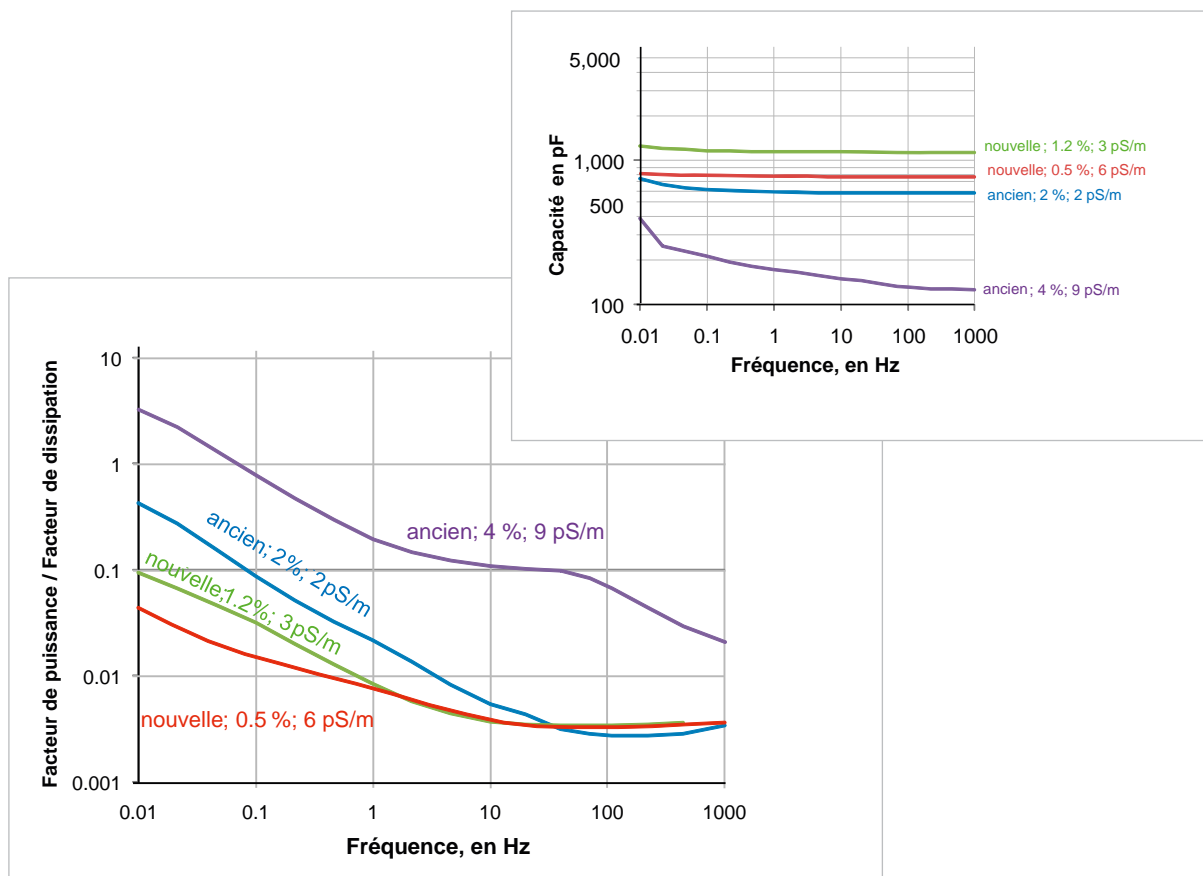
La teneur en humidité est déterminée directement dans la cellulose et non déduite de l'humidité présente dans l'huile. La méthode est ainsi applicable à toutes les températures et il n'est pas nécessaire d'attendre que l'équilibre entre l'humidité du papier et de l'huile soit atteint.

Afin d'améliorer la fiabilité des résultats, il est toujours judicieux de réaliser plusieurs mesures pour chaque équipement et de mesurer autant d'équipements « jumeaux » que possible, à des fins de comparaison (résultats de référence).

Il est également possible de mesurer la capacité en fonction de la fréquence pour déterminer le vieillissement de l'isolation. La valeur tend en effet à rester stable pour les transformateurs de mesure récents, tandis qu'elle diminue au fur et à mesure que la fréquence augmente pour les transformateurs de mesure plus anciens.

## Pourquoi utiliser le DIRANA ?

- > Détermination fiable de la teneur en humidité des transformateur de mesure
- > Temps de mesure extrêmement réduits grâce à la combinaison de méthodes de mesure (FDS et PDC)
- > Plage de fréquence étendue (10  $\mu$ Hz à 5 kHz)



Réponse diélectrique et rapport capacitif de Transformateur de mesure présentant un vieillissement et un état général différents

# Mesure de la capacité et du facteur de puissance/dissipation

## Que peut-on tester ?

- ✓ Isolation
- Enroulements
- Circuit magnétique
- ✓ Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge

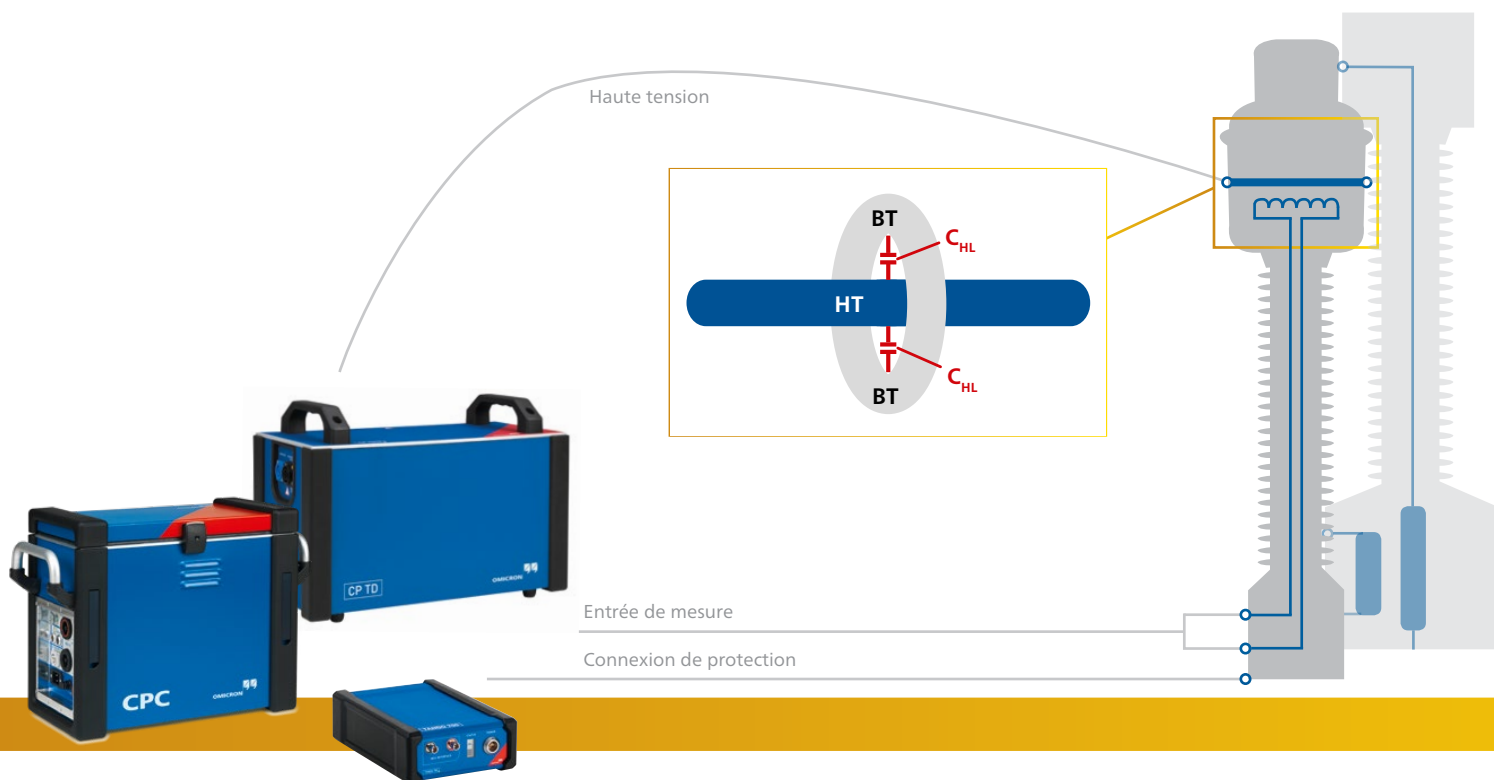
## Objectif de la mesure

La mesure du facteur de puissance/dissipation permet d'évaluer l'état du système d'isolation des transformateurs de mesure, afin d'assurer un fonctionnement fiable.

La pénétration d'eau entraîne une augmentation des pertes diélectriques, qui peuvent être quantifiées à l'aide de mesures du facteur de puissance/dissipation. Réalisée sur l'empilage capacitif d'un TCT, cette mesure permet de révéler d'éventuelles couches capacitives en court-circuit. L'une des principales causes de dysfonctionnement des transformateurs de mesure est la défaillance de l'isolation.

## Fonctionnement

Les mesures sont réalisées sur l'isolation principale du transformateur de mesure, entre les conducteurs primaire et secondaire. Pour les TC, les enroulements sont mis en court-circuit, et la tension de test est appliquée à l'un des enroulements pendant que le courant circulant dans l'isolation est mesuré sur l'enroulement opposé. Pour les TT, un accès direct à l'intégralité de l'isolation principale est difficile. Cependant, la mesure peut être effectuée entre les enroulements primaire et secondaire, ainsi qu'entre l'enroulement primaire et la terre.



### Bon à savoir...

Pour évaluer les résultats de mesure, il est conseillé de comparer les valeurs à des résultats précédents, aux résultats obtenus pour des équipements « jumeaux », ainsi qu'aux valeurs de référence mentionnées dans les normes applicables pour l'équipement testé.

Une augmentation de la capacité de plus de 10 % par rapport aux résultats précédents doit être considérée comme dangereuse. Cela indique qu'une partie de l'isolation est en court-circuit, et que la contrainte diélectrique s'exerçant sur l'isolation restante est trop élevée.

Les mesures de facteur de puissance/dissipation standard à 50 ou 60 Hz permettent uniquement de détecter les effets de l'humidité et du vieillissement à un stade avancé. En effectuant les mesures sur une plage de fréquence plus étendue, il est possible de détecter ces effets plus tôt, ce qui permet de bénéficier d'un temps de réaction plus long pour planifier des actions correctives.

Si un facteur de puissance/dissipation élevé est détecté, l'analyse de la réponse diélectrique peut être utilisée comme méthode de diagnostic supplémentaire. Cette mesure diélectrique sur une large plage de fréquence permettra en effet de déterminer si le facteur de puissance/dissipation élevé est dû à l'humidité.

### Pourquoi utiliser l'association CPC 100 + CP TD12/15 ?

- > Diagnostic général de l'état de plusieurs éléments sur site et pendant la fabrication

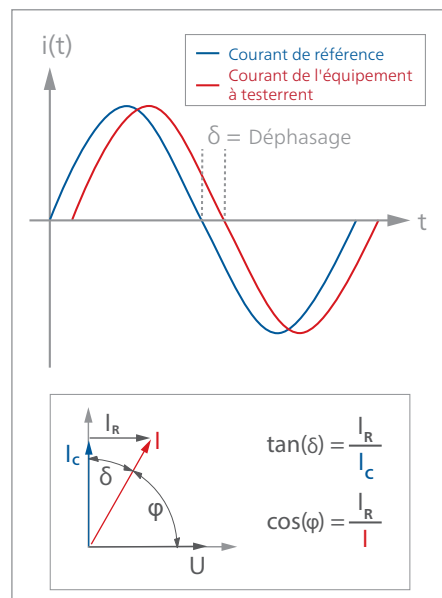
### Pourquoi utiliser l'association CPC 80 + CP TD12/15 ?

- > Test spécifique du dissipation de plusieurs éléments sur site et pendant la fabrication

### Pourquoi utiliser le TANDO 700 ?

- > Équipement dédié aux tests HT en laboratoire, par ex. pour des essais de type, de série ou de matériaux de plusieurs éléments

Déphasage dû aux pertes diélectriques



# Facteur limite de précision (ALF) et tension aux bornes ( $V_b$ )

## Que peut-on tester ?

- Isolation
- ✓ Enroulements
- ✓ Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- ✓ Charge

## Objectif de la mesure

La précision des TC varie selon les conditions de fonctionnement en raison de la non-linéarité du circuit magnétique. Lorsque l'inductance du circuit magnétique diminue à la suite de la saturation, l'erreur augmente. Par conséquent, la précision change dans des conditions de surintensité. L'ALF (CEI) et la tension aux bornes (IEEE) indiquent si un TC de protection peut mesurer des courants de défaut avec une précision suffisante compte tenu de la charge spécifiée/connectée.

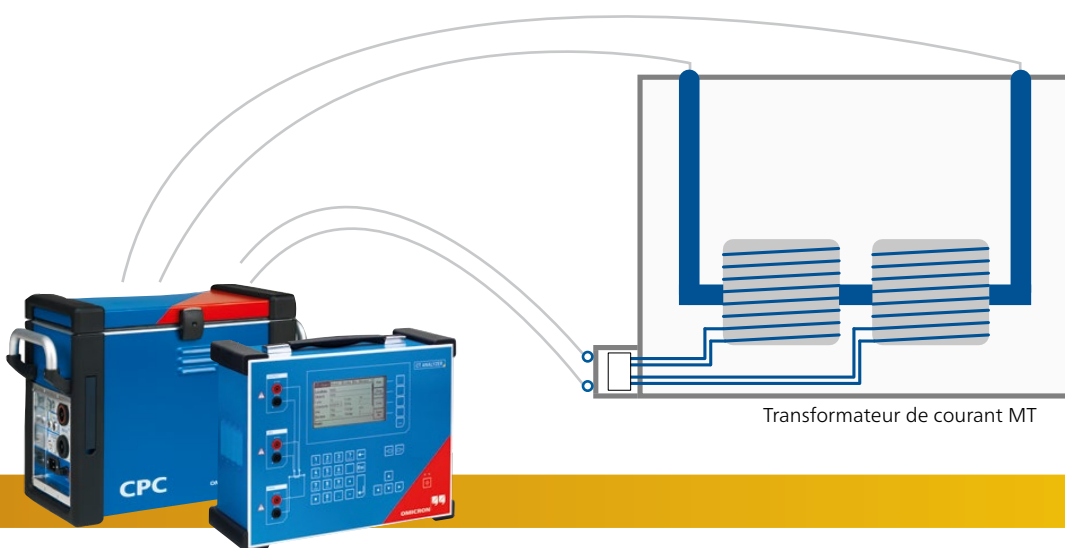
L'ALF se définit comme le rapport entre le courant de fonctionnement et le courant nominal, avec une précision dans les limites définies. La tension aux bornes, notée  $V_b$ , correspond à la tension aux bornes de la charge standard à 20 fois le courant nominal, sans dépasser 10 % de l'erreur composée.

## Fonctionnement

La résistance d'enroulement, la charge et la courbe de magnétisation sont mesurées directement, grâce à la méthode indirecte, telle que définie dans les normes CEI. L'ALF peut ensuite être dérivé à partir des résultats obtenus, en se basant sur le schéma de connexions équivalent simplifié.

Pour vérifier si un TC de classe C (IEEE) satisfait aux exigences en termes de tension aux bornes (par exemple, 400 V), il suffit de calculer la correction de rapport ou l'erreur composée à partir de la courbe de magnétisation et de la charge à 20 fois le courant secondaire nominal. Si l'erreur est inférieure à 10 %, le TC est satisfaisant.

Dans le cas de la méthode directe, un courant sinusoïdal est appliqué du côté primaire du TC, équivalent au courant primaire limite de précision. Le côté secondaire est quant à lui connecté à la charge nominale, afin de déterminer la précision.



### Bon à savoir...

Le paramètre IPL correspond au courant limite primaire assigné pour les TC de mesure et au courant limite de précision pour les TC de protections. Le rapport entre le courant  $I_{PL}$  et le courant primaire assigné  $I_{PR}$  est appelé "facteur limite de précision" (ALF) pour les TC de protection, et "facteur de sécurité" (FS) pour les TC de mesure.

Les TC de protection et de mesure présentent des exigences différentes. Les TC de mesure fonctionnent dans la plage linéaire et doivent saturer à des courants élevés pour protéger les équipements connectés. En revanche, les TC de mesure fonctionnent correctement au courant nominal et à des courants élevés avec une saturation plus élevée.

Afin de valider une tension aux bornes  $V_b$  inconnue, il convient de déterminer la tension au sein de la charge pour une erreur exacte de 10 %. Si cette tension est, par exemple, de 480 V, le TC est classé C 400.

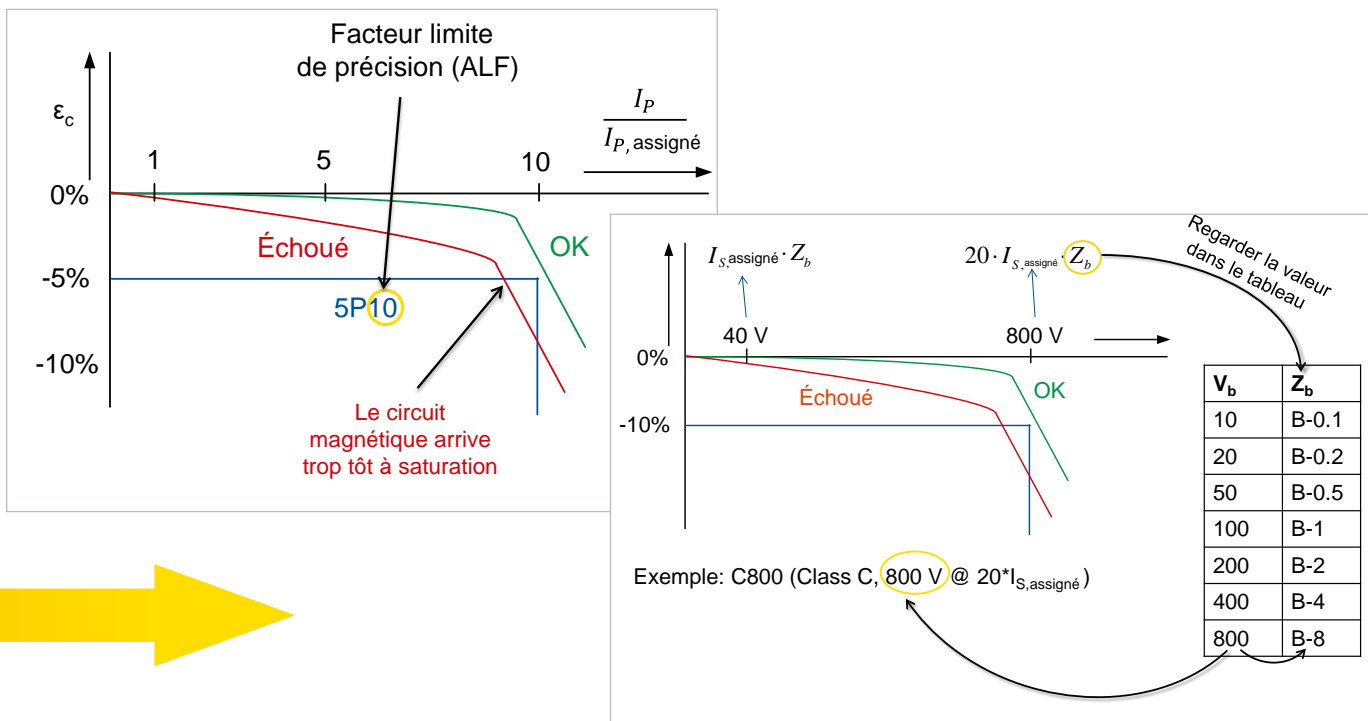
### Pourquoi utiliser le CPC 100 ?

- > Principal équipement de test d'injection primaire pour les TC
- > Possibilité de calculer l'ALF à l'aide de la méthode indirecte, à partir d'un modèle dédié

### Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Possibilité de dériver l'ALF à l'aide de la méthode directe (normes CEI 60044-1 et CEI 61869-2)
- > Mesure intégrée au processus de test de TC complet à basse tension
- > Détermination possible de l'ALF direct et indirect
- > Validation de la tension aux bornes en cas de valeur inconnue
- > Évaluation globale des TC possible, pour des performances conformes aux normes

Erreurs de TC liées au courant primaire :  
explication des exigences d'ALF et de tension aux bornes



# Mesure du magnétisme résiduel

## Que peut-on tester ?

- Isolation
- Enroulements
- ✓ Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- Circuit électromagnétique
- Charge

## Objectif de la mesure

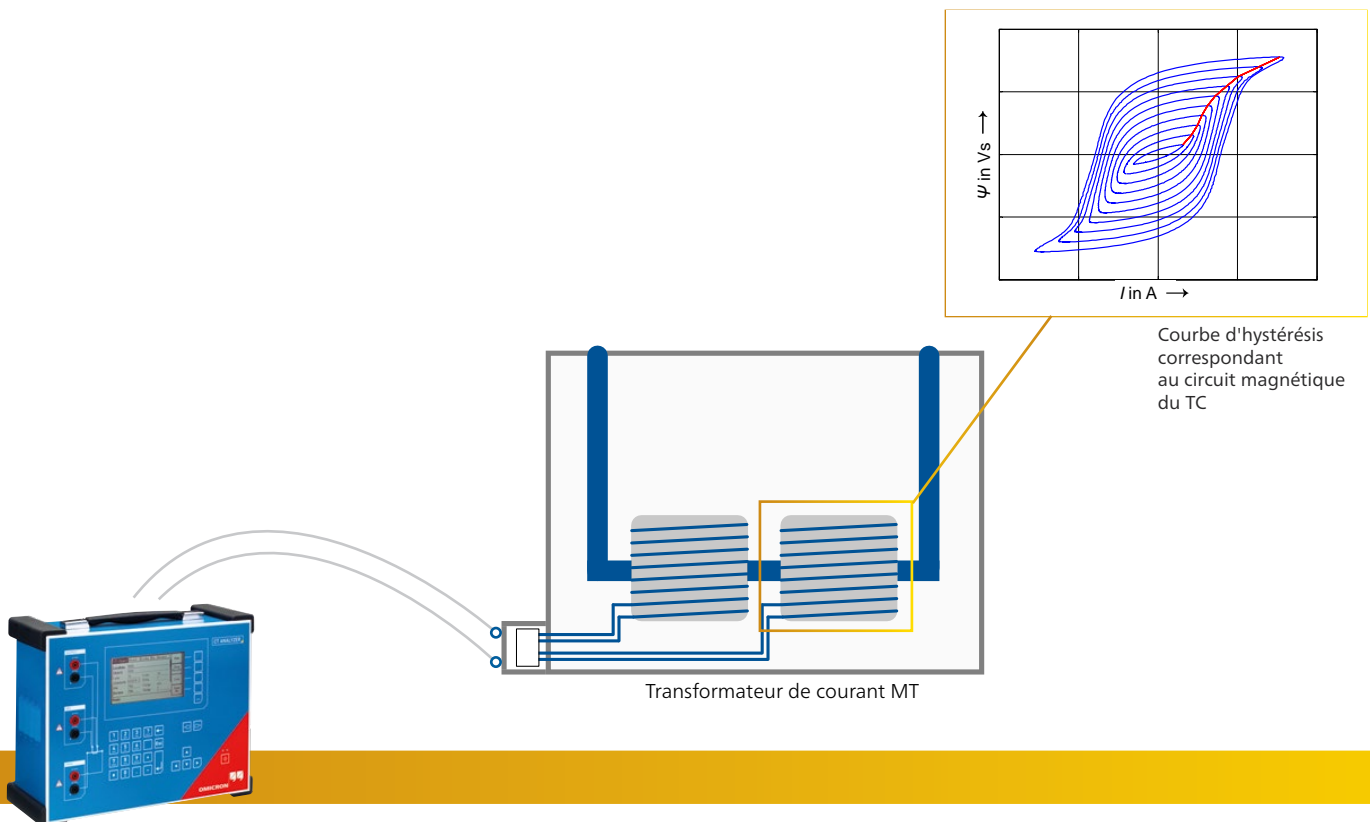
Cette mesure permet de détecter tout magnétisme résiduel dans le circuit magnétique provoqué par des courants de défaut, des composantes continues au cours des manoeuvres de commutation, des mesures en courant continu ou la foudre.

Dans un TC, la présence d'un magnétisme résiduel peut provoquer une modification du point de fonctionnement, entraînant à son tour un dysfonctionnement des relais de protection ou, plus généralement, une interprétation erronée des courants du système.

Il convient de procéder à la mesure et à l'analyse de la rémanence et du magnétisme résiduel avant toute mise en service d'un TC, afin d'en contrôler le bon fonctionnement, après un événement et une exposition à des composantes continues, ou après une mesure de résistance d'enroulement.

## Fonctionnement

L'outil logiciel détermine le magnétisme résiduel dans le circuit magnétique du TC. Une tension alternative CC est appliquée à la borne secondaire, afin de déterminer le flux de saturation. Le flux rémanent est ensuite calculé à partir des différences entre les caractéristiques de magnétisation initiales et celles dérivées après quelques cycles de tension alternative CC, une fois le système de nouveau symétrique. Le circuit magnétique doit être démagnétisé après la mesure.



## Bon à savoir...

En cas de défaut sur le réseau, l'équipement de protection connecté au transformateur de mesure isole les sections du réseau électrique en défaut de façon à empêcher que la panne ne cause des dommages plus graves.

Cependant, le déclenchement non sélectif et intempestif de ces systèmes de protection interrompt la continuité de service sur le réseau principal et nuit à la disponibilité et à la sélectivité.

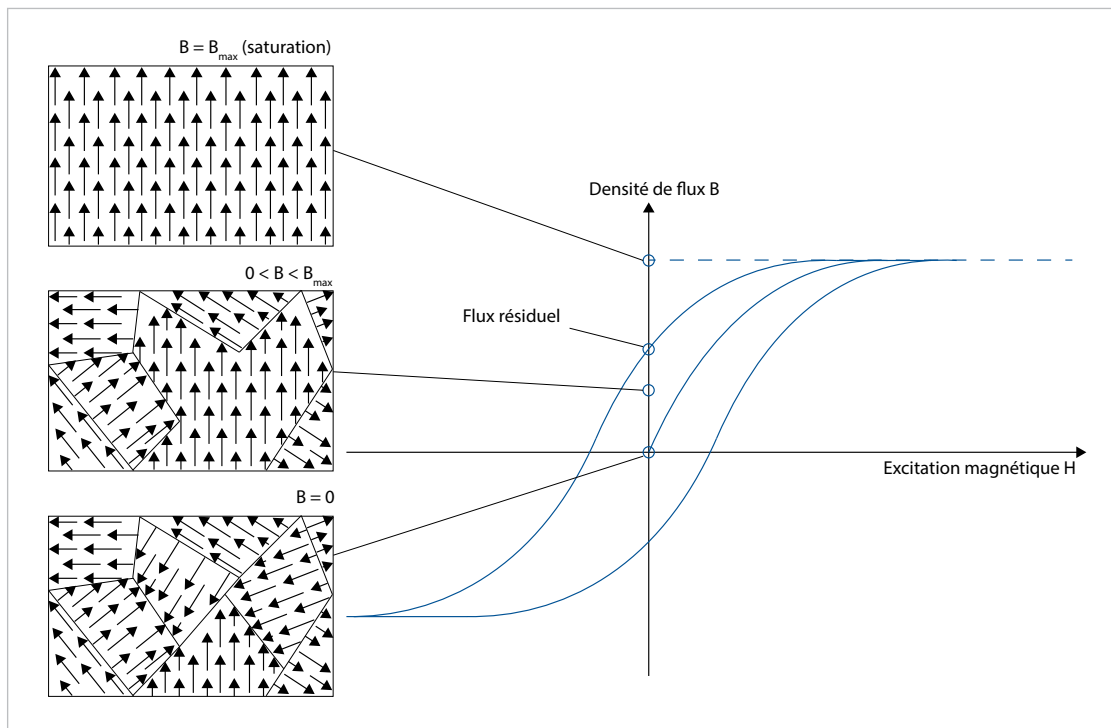
Il est important de savoir si un flux résiduel est présent dans le circuit magnétique d'un TC, dans la mesure où cela réduit l'oscillation de flux disponible dans une direction et rend plus difficile d'éviter la saturation en cas de défaut.

Afin de prévenir tout impact négatif dû à un magnétisme résiduel, il est possible d'utiliser un circuit magnétique surdimensionné ou d'introduire des entrefers. Avec cette dernière solution, la courbe d'hystérésis est aplanie, la saturation du circuit magnétique débute à des intensités de champ magnétique supérieures, et la rémanence peut être réduite. Plus les entrefers sont importants, plus la rémanence est faible. Plutôt que d'avoir un entrefer unique, il est conseillé de répartir plusieurs entrefers tout autour du circuit magnétique.

## Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Mesure précise des facteurs de rémanence et du magnétisme résiduel
- > Détermination du facteur de rémanence  $K_r$  ainsi que du flux résiduel au cours d'un cycle de test automatisé
- > Démagnétisation du circuit magnétique après la mesure en vue de garantir l'absence de tout magnétisme résiduel
- > Résultats en quelques secondes

Courbe de magnétisation/d'hystérésis correspondant aux processus de magnétisation interne du circuit magnétique



# Paramètres transitoires des TC

## Que peut-on tester ?

- Isolation
- Enroulements
- ✓ Circuit magnétique
- Diviseur de tension capacitif
- Bobine de compensation
- ✓ Circuit électromagnétique
- Charge

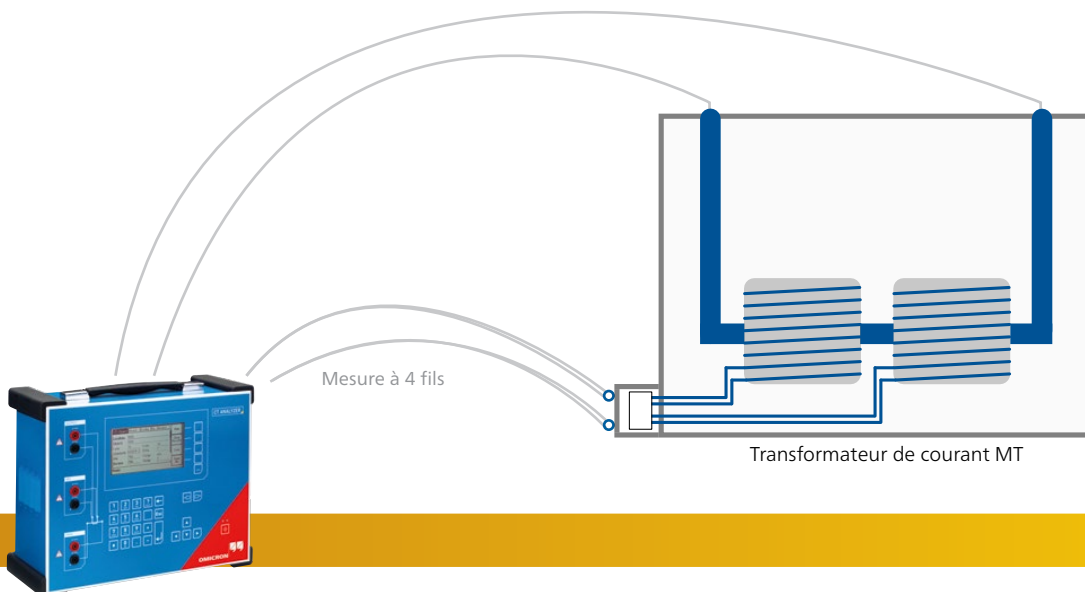
## Objectif de la mesure

Les TC fonctionnent dans des conditions de courant alternatif symétrique mais sont également exposés à des composantes de courant continu en raison des influences opérationnelles, environnementales ou liées à la maintenance. Les événements transitoires, comme les courts-circuits ou les commutations, peuvent exposer les TC à une composante continue qui décroît de façon exponentielle. Cela provoque une magnétisation asymétrique et, par conséquent, un magnétisme résiduel dans le circuit magnétique. Ces deux phénomènes peuvent engendrer des dysfonctionnements au niveau des équipements de protection.

Les TC de protection doivent être « surdimensionnés » pour pouvoir garantir une interprétation correcte du système dans des conditions nominales et de défaut, même en cas d'exposition à des composantes continues. Les composantes continues magnétisent le circuit magnétique des TC et peuvent entraîner leur saturation (selon la conception et le matériau utilisé), provoquant alors un fonctionnement asymétrique. Il convient de définir différents paramètres pour désensibiliser le comportement dans ces conditions. Les principaux paramètres transitoires sont :  $K_{td}$ ,  $t_{al}$ ,  $K_{tr}$ ,  $K_x$ ,  $K_{ssc}$

## Fonctionnement

Les paramètres transitoires des TC sont obtenus en mesurant les paramètres de circuit équivalent, à partir des valeurs d'entrée et de la charge secondaire appliquée.





## Bon à savoir...

La norme CEI définit différentes classes pour les TC de protection. Les classes TPX, TPY et TPZ présentent des exigences spécifiques en termes de performances transitoires. Le bon fonctionnement de ces TC ne doit en effet pas être perturbé par les éventuelles composantes continues, et ce pendant différents cycles de service.

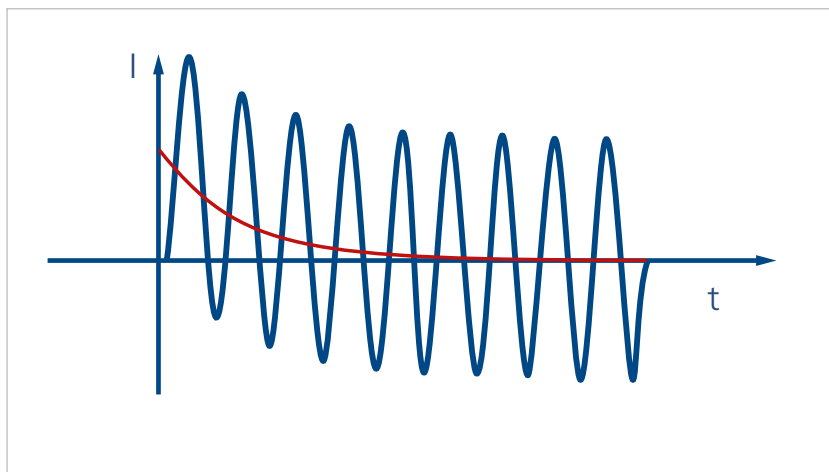
Ces critères peuvent être satisfaits à l'aide d'un circuit magnétique surdimensionné, fabriqué dans un matériau présentant une induction de rémanence faible, ou par l'introduction d'entrefer. Cette dernière solution résulte en un comportement linéaire. Les composantes continues ne pouvant alors pas être complètement transformées, elles n'affectent pas les TC.

Il existe une mesure permettant de déterminer le flux résiduel dans le circuit magnétique d'un TC (voir « magnétisme résiduel »). Le circuit magnétique doit être démagnétisé après toute mesure de TC, notamment après la mesure de la résistance d'enroulement.

## Pourquoi utiliser le CT Analyzer ?

- > Connaissance des capacités d'un TC en cas de défaut transitoire au début de la production
- > Détermination de la compatibilité d'un TC pour un réseau avec des courants de défaut attendus spécifiques
- > Détermination de la compatibilité d'un TC pour un cycle de service défini
- > Connaissance des paramètres transitoires pour la définition des fonctions appropriées de protection des relais

Courant de court-circuit avec composante CC décroissante (ligne rouge)



# Comment nous créons de la valeur pour nos clients ...

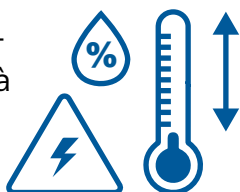
## Qualité

Misez sur les normes de sécurité les plus exigeantes



Une fiabilité supérieure avec jusqu'à

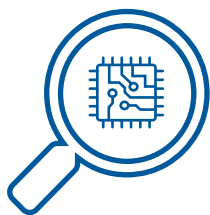
72



heures de tests thermiques avant livraison

100%

des composants de l'équipement de test sont entièrement testés



ISO 9001  
TÜV & EMAS  
ISO 14001  
OHSAS 18001



Conformité aux normes internationales

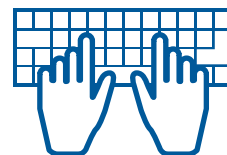
## Innovation



... une gamme de produits adaptée à mes besoins

Plus de

200



développeurs améliorent sans cesse nos solutions

Plus de

15%



de notre chiffre d'affaires annuel est réinvesti dans la recherche et le développement

Economisez jusqu'à

70%

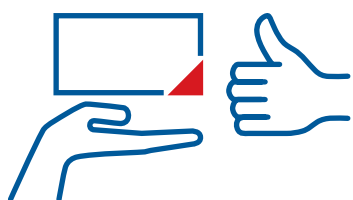


du temps de test grâce aux modèles et à l'automatisation

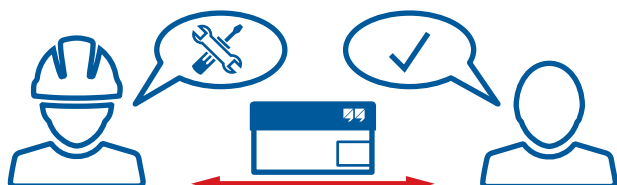
## Assistance

24/7

Assistance technique professionnelle disponible à tout moment



Équipements de prêt pour réduire les temps d'indisponibilité



Réparation et étalonnage simples et rentables



agences dans le monde pour un contact et une assistance proches de vous

## Connaissances

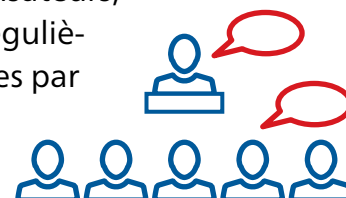
Plus de

300

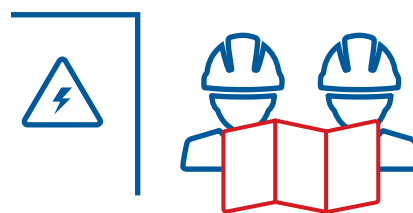


formations théoriques et de nombreuses formations pratiques chaque année

Rencontres d'utilisateurs, et conférences régulièrement organisées par OMICRON



à des milliers d'articles techniques et notes d'application



Vaste expérience en termes de conseil, de test et de diagnostic

OMICRON est une société internationale qui travaille avec passion sur des idées visant à rendre les réseaux d'énergie électrique sûrs et fiables. Nos solutions novatrices sont conçues pour relever les défis actuels et futurs de notre industrie. Nous allons toujours plus loin pour donner plus de moyens à nos clients : nous réagissons à leurs besoins, fournissons une assistance locale remarquable et partageons notre expertise.

Au sein du groupe OMICRON, nous étudions et développons des technologies innovantes pour tous les domaines des réseaux d'énergie électrique. Lorsqu'il s'agit de tests électriques pour des équipements moyenne et haute tension, de tests de protection, de solutions de tests de postes numériques et de solutions de cybersécurité, les clients du monde entier font confiance à la précision, à la rapidité et à la qualité de nos solutions conviviales.

Fondée en 1984, OMICRON s'appuie sur des décennies d'expertise approfondie dans le domaine de l'ingénierie de l'énergie électrique. Une équipe dévouée de plus de 900 employés fournit des solutions avec une assistance 24 h/24 et 7 j/7 sur 25 sites dans le monde et travaille pour des clients dans plus de 160 pays.

Pour un complément d'information, une documentation supplémentaire et les coordonnées précises de nos agences dans le monde entier, veuillez visiter notre site Internet.

