



Pourquoi les tests de décharges partielles sont utiles

La mesure et l'analyse des décharges partielles constituent une méthode fiable pour détecter les défaillances dans les systèmes d'isolation des appareillages électriques avant la survenue de tout amorçage ou dommage important.

Introduction

La disponibilité permanente des appareillages électriques moyenne et haute tension utilisés dans la production, la transmission et la distribution est importante pour assurer une alimentation électrique fiable chez les exploitants et dans les installations industrielles. Ces équipements incluent générateurs et moteurs, réducteurs de mesure, transformateurs, organes de coupure (disjoncteurs, sectionneurs), câbles et lignes de puissance.

La dégradation de l'isolation peut engendrer des situations dangereuses, des dommages graves, sans parler de coûts économiques importants. C'est pourquoi il est primordial que l'état de l'isolation soit vérifié tout au long du cycle de vie d'un appareillage.

Les décharges partielles (DP) sont considérées comme l'un des principaux facteurs de dégradation et de panne des systèmes d'isolation dans les éléments électriques.

Ce document de présentation technique a pour objectif de vous familiariser avec les bases des DP, y compris leurs conséquences, la façon dont elles sont mesurées et quels sont les critères importants pour sélectionner un appareil de mesure de DP. Si vous mesurez et analysez actuellement les décharges partielles dans vos équipements électriques, vous savez déjà à quel point c'est important pour garantir leur disponibilité.

Quel que soit votre niveau d'expérience dans les tests de DP, disposer de l'appareil de mesure de DP adapté est primordial pour une détection précise dans tous les types d'environnements de test. Cet article présente huit raisons pour lesquelles des centaines de fabricants d'équipement électrique, d'ingénieurs d'essai chez les exploitants et dans les installations industrielles, ou encore des prestataires de service du monde entier ont choisi le MPD 600 pour répondre à leurs besoins de tests de DP.

Qu'est-ce qu'une décharge partielle ?

Selon la norme CEI 60270, une décharge partielle est «une décharge électrique localisée qui court-circuite partiellement l'intervalle isolant séparant des conducteurs et qui peut être adjacente ou non à un conducteur ». Les décharges partielles résultent généralement de concentrations de contraintes électriques localisées au sein de l'isolation ou à sa surface.

Les DP se produisent dans les milieux isolants gazeux, liquides et solides utilisés dans les appareillages soumis à des champs électriques importants. Elles peuvent être initiées par des vacuoles, des fissures ou des inclusions à l'intérieur d'un diélectrique solide, au niveau des interfaces dans les diélectriques solides et liquides, dans des bulles à l'intérieur des diélectriques liquides, ou encore le long de la limite de différents matériaux d'isolation.



Les décharges partielles peuvent provoquer des dommages progressifs et irréversibles sur les systèmes d'isolation liquide et solide. Au fil du temps, l'activité de DP devient de plus en plus intense et dangereuse. Le processus de détérioration peut se propager et se développer jusqu'à ce que l'isolation ne puisse plus supporter la contrainte électrique, ce qui conduit à un amorçage.

Objectif de la mesure des décharges partielles

La mesure des DP est une méthode fiable et non intrusive qui peut être utilisée à tout moment pour diagnostiquer l'état de l'isolation d'un appareillage électrique.

Comparée à d'autres méthodes de diagnostic diélectrique, la mesure des décharges partielles fournit des informations très précises pour vous aider à détecter de manière efficace les points faibles du système d'isolation.

L'activité de DP étant souvent présente bien avant un défaut d'isolation, les gestionnaires d'équipements peuvent l'évaluer au fil du temps et prendre des décisions stratégiques avisées en matière de réparation ou de remplacement à temps de l'équipement, avant qu'une panne ne se produise. La détection des décharges partielles est donc essentielle pour garantir un fonctionnement à long terme fiable des équipements électriques.

Quand mesurer les décharges partielles

L'intégrité de l'isolation des équipements moyenne et haute tension doit être confirmée avec la mesure et l'analyse des DP pendant le développement, la fabrication, la mise en service et, selon le type d'élément, toute la durée de vie de l'équipement électrique afin de s'assurer de son bon état et de son fonctionnement sûr.

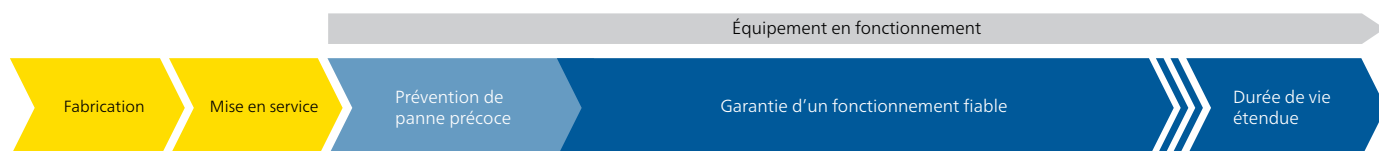
« Il est important pour nous d'identifier au plus tôt tout défaut de DP en cours de développement, afin de prendre les actions correctrices nécessaires. »

James Hill, Ingénieur d'essai en chef à la centrale électrique, Seabank, Royaume-Uni

L'important travail manuel pendant la fabrication d'un appareillage augmente la probabilité d'erreurs de fabrication pouvant engendrer une défaillance prématurée. Le pourcentage de défauts d'isolation observés pendant les trois premières années de service est disproportionnellement élevé par rapport au reste de la durée de fonctionnement d'un élément. Les tests de DP sont donc initialement utilisés pour les tests de routine et de réception en usine afin d'identifier les problèmes de qualité liés à la production.

Une fois que l'équipement part de chez le fabricant, une mauvaise manipulation pendant le transport et l'installation peut engendrer des dommages mécaniques internes. La mesure des décharges partielles est alors souvent utilisée pour la mise en service d'un nouvel équipement sur site avant sa mise sous tension, en guise de contrôle final de la qualité.

Une fois en exploitation, des décisions stratégiques en matière de maintenance doivent être prises pour garantir une disponibilité maximale de l'appareillage. La mesure et l'analyse périodiques des décharges partielles fournissent les données nécessaires pour développer un plan de test général axé sur les éléments appropriés et minimisant les coûts et les indisponibilités superflues liées à la maintenance.



L'intégrité de l'isolation doit être confirmée par la mesure et l'analyse des décharges partielles à toutes les étapes du cycle de vie de l'équipement.



La fréquence des tests de DP d'un équipement en service est déterminée par le type et l'importance de l'équipement et l'historique d'entretien.

Comment mesurer les DP

Les tests et montages de test sont déterminés par le type d'élément mesuré et par la norme selon laquelle les mesures de DP sont effectuées. Par exemple, la norme CEI 60270 spécifie comment réaliser une mesure de DP sur un équipement électrique à l'aide d'une source de tension indépendante, d'un appareil de mesure des DP, d'un condensateur de couplage et des impédances de mesure.

Pour les équipements triphasés, les mesures de DP peuvent être réalisées hors ligne, en alimentant chaque phase successivement, ou en ligne à la charge nominale. Vous pouvez réaliser des mesures monophasées avec les autres phases mises à la terre, ou des mesures triphasées afin d'identifier toute source de DP entre phases. Les impulsions de DP sont de courte durée et ont des temps de montée de l'ordre de quelques nanosecondes. Les critères les plus importants dans l'évaluation des décharges partielles sont les suivants :

- > Niveau de charge, exprimé en picocoulombs (pC) ou en nanocoulombs (nC). Dans les mesures RIV, le niveau de charge est exprimé en millivolts (mV)
- > Tension d'apparition et d'extinction des décharges partielles
- > Fréquence de répétition des impulsions de décharges partielles
- > Diagrammes Phi-Q-n (PRPD)

L'augmentation de l'un de ces critères augmente le risque de claquage de l'isolation. Les valeurs limites de DP pour les appareillages électriques sont définies par diverses normes internationales.

L'intensité des décharges partielles est souvent affichée par rapport à la phase de la tension de test appliquée, dans un diagramme Phi-Q-n (PRPD).

Les tests de DP sont réalisés sur les éléments électriques pour :

- > Contrôler l'état de l'isolation.
- > Détecter les défauts les plus petits jusqu'aux plus critiques.
- > Démontrer la nécessité d'une maintenance ou d'une réparation ponctuelle.
- > Évaluer les risques et le besoin de surveillance continue des DP

Dans les environnements avec des niveaux de perturbations élevés, des techniques modernes de suppression du bruit peuvent également être utilisées pour séparer les décharges partielles du bruit.

Défis liés aux mesures

Les signaux émis par l'activité des DP pouvant être de faible amplitude, il est essentiel d'utiliser un équipement de mesure de DP très sensible. Cela engendre néanmoins une plus grande susceptibilité aux interférences de bruit électrique. Ces conditions peuvent rendre difficiles, voire impossibles, la détection et la localisation des signaux de DP. La suppression de ces interférences, autant que possible, est par conséquent essentielle pour la bonne évaluation des DP.

De plus, certaines décharges partielles peuvent s'avérer extrêmement dangereuses pour l'état du système d'isolation, tandis que d'autres peuvent avoir un effet de dégradation plus lent. Dans les machines électriques tournantes (moteurs et générateurs), par exemple, plusieurs sources de décharges partielles différentes sont présentes et actives en même temps au sein de l'isolation de l'enroulement statorique.

Par conséquent, une fonction importante des systèmes de test de DP numériques modernes consiste à séparer les sources de signaux de DP qui se superposent et à filtrer le bruit. Cette fonctionnalité est nécessaire pour per-

mettre aux tests de diagnostic de DP de différentier tout niveau de décharge partielle élevé ou dommageable par rapport à l'activité de DP normale sans l'interférence de signaux perturbateurs.

Type d'appareil de test de DP nécessaire

Le système de mesure utilisé pour la mesure des DP doit être capable de fournir des résultats de mesure fiables même dans les conditions les plus difficiles.

Les défis liés aux mesures décrits précédemment peuvent être surmontés lorsque le système de test peut mesurer les décharges partielles de manière très sensible, identifier les sources externes de perturbation et les filtrer ou les séparer au besoin.

Enfin, chaque type d'appareillage électrique ayant ses propres exigences de mesure de DP, comme pour le découplage des signaux, le système de mesure de DP choisi doit vous permettre d'ajouter facilement les composants adaptés à l'appareillage et à l'environnement de test.

Huit raisons pour lesquelles le système MPD 600 améliore les tests de DP

Grâce à son traitement des données entièrement numérique et à ses outils de mesure et d'analyse avancés, le MPD 600 d'OMICRON sépare les plus petites impulsions de DP des perturbations pour une précision de mesure accrue. Il assure des mesures de DP fiables et répétables, conformes à la norme CEI 60270 dans les laboratoires d'essai et sur le terrain.

Les systèmes de mesure et d'analyse de DP MPD 600 sont déjà utilisés dans le monde entier dans les domaines suivants :

- > Pour les tests de type et le contrôle qualité chez des fabricants renommés de câbles, transformateurs, générateurs et moteurs, convertisseurs, commutateurs et composants électriques



MPD 600 - Conception « plug-and-play » modulaire

- > Pour la maintenance régulière d'équipements chez les exploitants et dans les installations industrielles
- > Pour la recherche dans les laboratoires et les universités.

Voici huit raisons qui l'expliquent :

1 Conception modulaire pour une configuration aisée

Le système MPD 600 « plug-and-play » modulaire permet une configuration rapide et flexible pour diverses applications de mesure de DP. Le système se compose d'un capteur d'acquisition de données de DP, d'un contrôleur USB et d'un logiciel de mesure et d'analyse. Différents accessoires de mesure de décharges partielles peuvent être ajoutés pour prendre en charge divers tests de DP sur des équipements électriques variés, comme des dispositifs d'étalonnage sur mesure, des impédances de mesure et des capteurs de DP haute fréquence (HFCT).

En outre, une unité d'acquisition MPD 600 peut être combinée sans effort à de nombreuses autres unités d'acquisition MPD 600 pour des mesures de décharges partielles synchrones et multicanal. C'est à l'heure



actuelle le seul système au monde capable d'enregistrer et d'analyser simultanément les signaux de toutes les unités d'acquisition connectées.

2 Grande autonomie de la batterie pour des tests ininterrompus

Chaque unité d'acquisition MPD 600 est alimenté par une batterie rechargeable. Du fait de la faible consommation de l'unité d'acquisition, un fonctionnement ininterrompu de la batterie est assuré pendant plus de 20 heures. Cela vous permet de couvrir une journée complète de test sans avoir à recharger la batterie.

3 Fibres optiques pour une sécurité et une sensibilité accrues

Des connexions à fibre optique sont utilisées pour la communication entre chaque unité d'acquisition MPD 600 et le contrôleur connecté au PC ou à l'ordinateur portable pour offrir une isolation galvanique complète. Cela vous protège des tensions dangereuses et minimise les boucles de mise à la terre, et donc les interférences. L'opérateur est protégé des dangers des hautes tensions, et minimise les boucles de mise à la terre, et donc les interférences, pour obtenir une meilleure sensibilité du système grâce à un rapport signal/bruit amélioré.

4 Fréquences réglables pour une suppression du bruit

Le système d'analyse et de mesure des DP MPD 600 propose plusieurs méthodes de suppression du bruit électrique dans des conditions sur site difficiles. Grâce aux options de filtrage sélectionnables, la fréquence centrale et la bande passante peuvent être ajustées pour créer un rapport signal/bruit élevé et un niveau de bruit de fond réduit, pour une mesure et une analyse fiables des décharges partielles.

De nombreuses méthodes de filtrage sont disponibles pour supprimer efficacement l'effet des perturbations, telles que :

« Le MPD 600 représente la troisième génération de notre technologie éprouvée de mesure de DP, qui s'appuie sur des années d'expérience client dans de nombreux secteurs. »

Ole Kessler, Chef de produits MPD 600
OMICRON, Allemagne

- > **Filtrage amplitude-phase :** suppression des signaux d'une certaine amplitude et d'une position en phase fixe
- > **Filtrage par antenne :** élimination des effets des perturbations en comparant les événements mesurés entre une unité antenne externe (par ex. MPD 600 supplémentaire) et l'appareil de mesure

5 Mesure synchrone multicanal pour une séparation précise des sources de DP

Lors de l'utilisation d'au moins trois unités d'acquisition, le MPD 600 assure une mesure des décharges partielles multicanal, synchrone et entièrement numérique. Cela réduit la durée d'application de la tension de test, accélère la durée de mesure, et permet également de profiter de nos outils de séparation uniques tels que 3PARD (3-Phase Amplitude Relation Diagram), afin de simplifier la différenciation entre différentes sources de DP et perturbations.

Les signaux de DP provenant de sources d'un autre type et/ou emplacement apparaissent dans différentes zones du 3PARD et peuvent être analysés séparément en temps réel. Cela permet une suppression efficace du bruit et une séparation aisée des signaux de DP qui se superposent dans le diagramme Phi-Q-n (PRPD) correspondant.

Si vous utilisez un seul canal de mesure, la mesure de DP multi spectrale, appelée diagramme à corrélation de fréquences centrales (3CFRD), peut être utilisée pour séparer les différentes sources de DP.

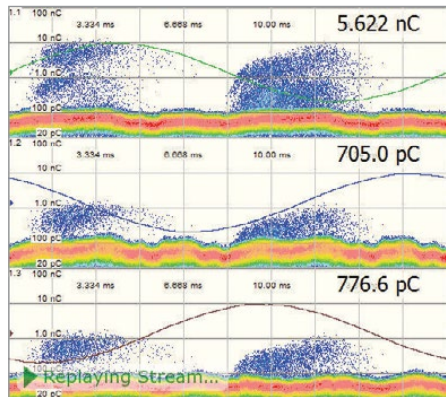


Diagramme PRPD triphasé avec signaux de bruit et de DP (non séparés)

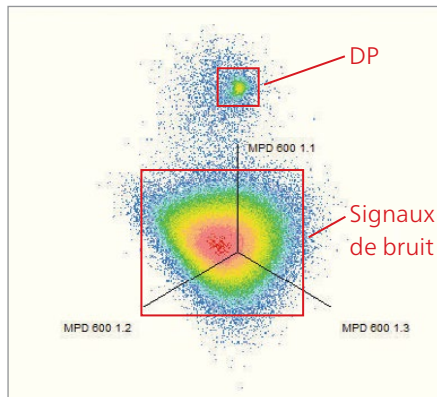
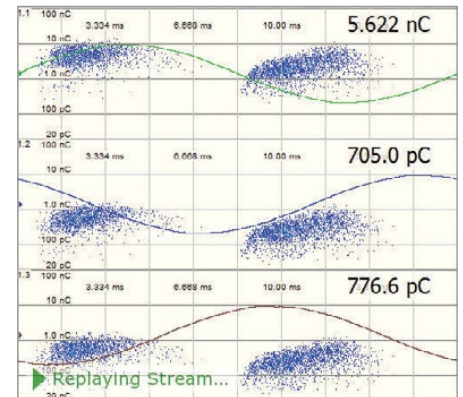


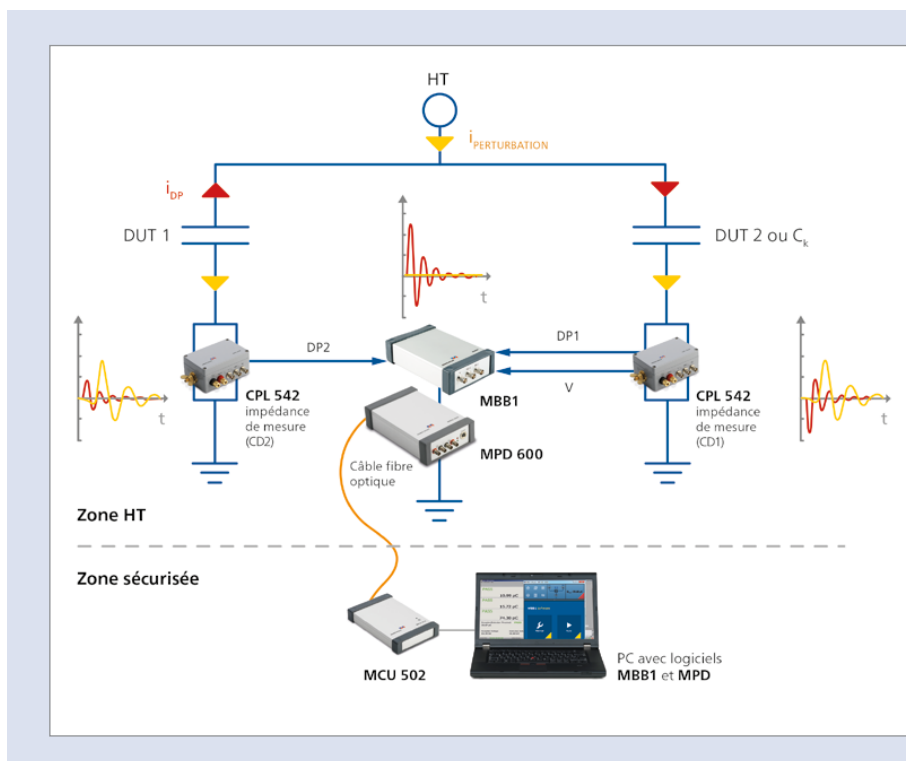
Diagramme 3PARD (3-Phase Amplitude Relation Diagram)



Source de DP séparée

« La fonctionnalité de mesure multicanal synchrone du MPD 600 sépare de manière fiable les sources internes de décharges partielles les unes des autres et des signaux de bruit externe courants dans les environnements industriels. »

Zsolt Gaal, Directeur général
Gaal Umwelttechnik, Allemagne



Pont de mesure MBB1

Pour une réduction supplémentaire des signaux de bruit dans les laboratoires haute tension avec des interférences élevées, le MPD 600 peut être utilisé avec le pont équilibré MBB1. Cet accessoire peut servir à réaliser des mesures de DP différentielles pendant les tests de DP monophasés en CA et CC. Cette méthode vous offre un meilleur rapport signal/bruit et une réduction significative du bruit.

Montage de test de DP monophasé avec impédances de mesure CPL 542, MBB1 et système de mesure de DP MPD 600



6 Mesures jusqu'à la plage des UHF

La plage de mesure du MPD 600 peut être aisément étendue jusqu'à la plage des ultra hautes fréquences (UHF) en combinaison avec différents capteurs UHF et un convertisseur spécial de bande passante spécial. Cette méthode de mesure UHF non conventionnelle garantit une détection plus sensible des décharges partielles dans les environnements qui présentent des niveaux d'interférence élevés. Elle peut être utilisée pour les essais de mise en service ainsi que les diagnostics en ligne et hors ligne, en particulier sur les transformateurs de puissance, les postes sous enveloppe métallique (GIS) et les câbles haute tension.

7 Enregistrement et analyse ultérieure flexible des données de mesure

Pendant le test, le MPD 600 peut enregistrer et stocker des événements de DP à une fréquence d'acquisition très élevée sous la forme d'un flux de données. En outre, les tensions de test et tous les autres paramètres pertinents du système sont stockés, et peuvent servir de référence à l'interprétation de résultats de mesures ultérieurs. Les données mesurées sont stockées sous forme de données brutes non traitées, afin de pouvoir être retravaillées à tout moment pendant l'analyse. L'ensemble des fonctions d'analyse, comme le 3PARD, peut être appliqué à ces données sans devoir répéter la mesure.

Les flux de données enregistrés peuvent être découpés individuellement pour étudier plus particulièrement des événements de DP pertinents. La vitesse de relecture peut aussi être sélectionnée librement, permettant de relire certaines sections de données plus lentement et de les analyser plus en détail. En cas de questions pendant l'analyse, vous pouvez envoyer les flux de données enregistrés à des experts en décharges partielles pour interprétation et conseil.

8 Création de rapports intégrée

À l'aide de la fonction de création de rapport intégrée au logiciel MPD 600, vous pouvez aisément créer des rapports avec des valeurs de mesure et des captures

« Le principal avantage du MPD 600 est que vous pouvez enregistrer un flux de décharges partielles et l'analyser ultérieurement en le relisant. »

Michael Jay, Responsable de test pour les transformateurs de puissance, GE Grid Solutions, Royaume-Uni

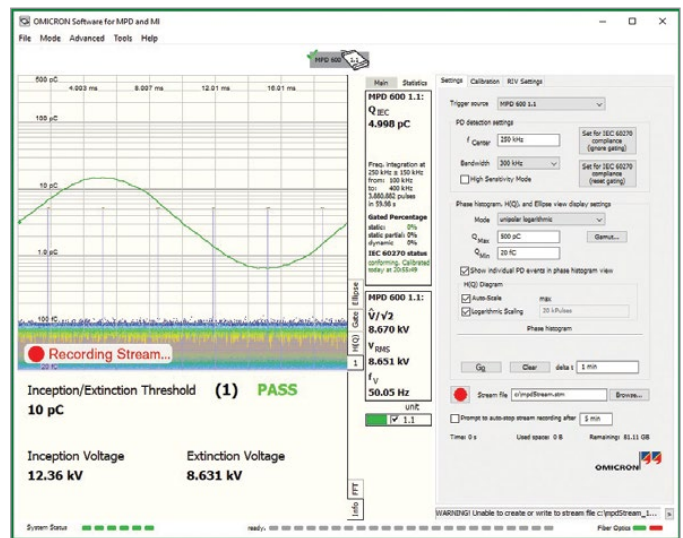


Diagramme PRPD monophasé avec affichage de la tension de test et de la valeur de charge ainsi que des tensions d'apparition et d'extinction (mode basic du MPD 600)

d'écran au format .xml et les enregistrer au format PDF. Avec l'interface .COM en option, les données de décharge partielles peuvent également être intégrées à d'autres applications.

Une **formation pratique aux décharges partielles** est proposée par l'OMICRON Academy, pour apprendre à utiliser le système de mesure et d'analyse de DP MPD 600 sur divers appareillages électriques.

De plus amples informations sont disponibles à l'adresse : www.omicronenergy.com/mpd600

OMICRON est une société internationale qui développe et commercialise des solutions innovantes de test et de diagnostic pour l'industrie électrique. Les produits OMICRON offrent aux utilisateurs une fiabilité extrême dans l'évaluation de leurs équipements primaires et secondaires. Des services dans le domaine du conseil, de la mise en service, du test, du diagnostic et de la formation viennent compléter l'offre OMICRON.

Des clients dans plus de 140 pays bénéficient déjà de la capacité d'OMICRON à mettre en œuvre les technologies les plus innovantes dans des produits d'une qualité irréprochable. Les centres de support implantés sur tous les continents leur offrent en outre une expertise et une assistance de tout premier plan. Tout ceci, associé à un réseau solide de partenaires commerciaux a contribué à faire de notre société un leader sur son marché dans l'industrie électrique.