



Comment améliorer la fiabilité de vos machines tournantes grâce à des tests ON-Line & OFF-line

Etienne DION



doble®

JOURNÉES TECHNIQUES DOBLE

11 ET 12 DÉCEMBRE 2024
ABIDJAN, CÔTE D'IVOIRE

IR3T



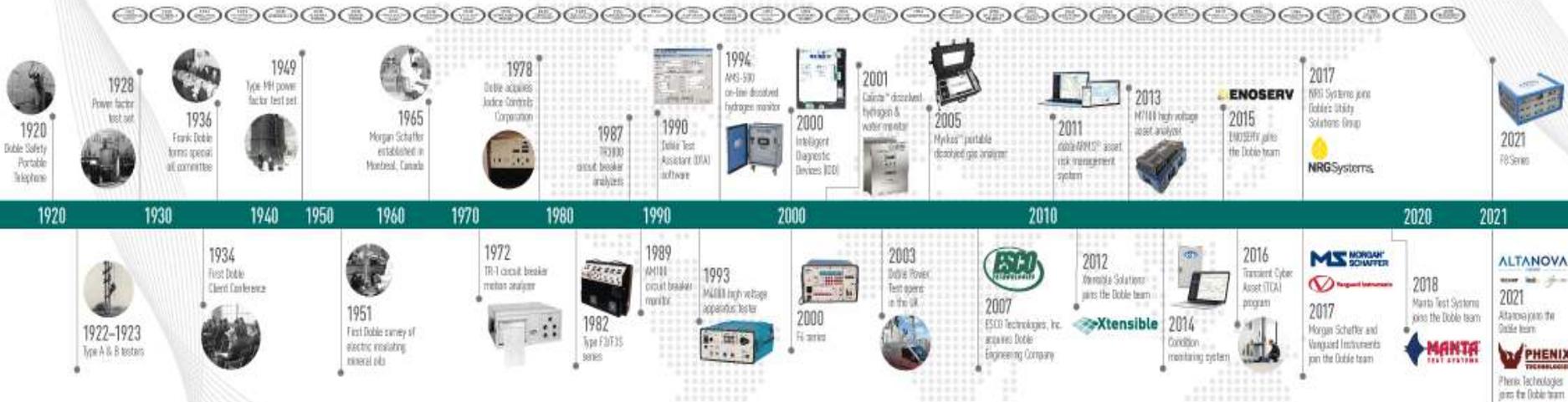


Les diagnostics avancés et expertises contribuent
à garantir que tous les habitants disposent d'une
énergie ***fiable, sûre et sécurisée*** dans un
monde durable

CONSTRUIT SUR PLUS D'UN SIECLE D'INNOVATION ET
D'EXPERTISE.

POUR LE SIECLE PROCHAIN.

100 YEARS OF SERVICE TO THE ELECTRIC UTILITY INDUSTRY



DOBLE AUJOURD'HUI



 **110**
Pays

 **12** | Bureau
dans le
monde

 **800+**
Employées

 **5,550+**
Clients



Filliale du groupe
ESCO Technologies'
Utility Solutions

NOS MARQUES



Solutions de Tests et Monitoring pour:



- Transformateurs de puissance et de distribution;
- Transformateurs de mesures (TC, TT, TCT);
- Disjoncteurs BT, HTA, HTB;
- Disjoncteurs GIS, PSEM;
- Câbles HTA, HTB;
- Batteries;
- Relais de protection;
- Compteurs et transducteurs;
- Machines tournantes;
- Variateurs de vitesses;
- Lignes aériennes.



Equipements de tests électriques

Essentiel pour les opérations de maintenance des actifs électriques. Utile dans les phases du cycle de vie des actifs:

- Fabrication
- Mise en service
- Exploitation et maintenance
- Expertise puis rebut.

Services professionnels

Offre diversifiée et adaptée au cycle de vie de l'actif électrique:

- Installation et mise en service
- Tests de diagnostic
- Analyse des données
- Consultant
- Formations.



Systèmes de monitoring

Passer d'une maintenance prévisionnelle à une maintenance conditionnelle.

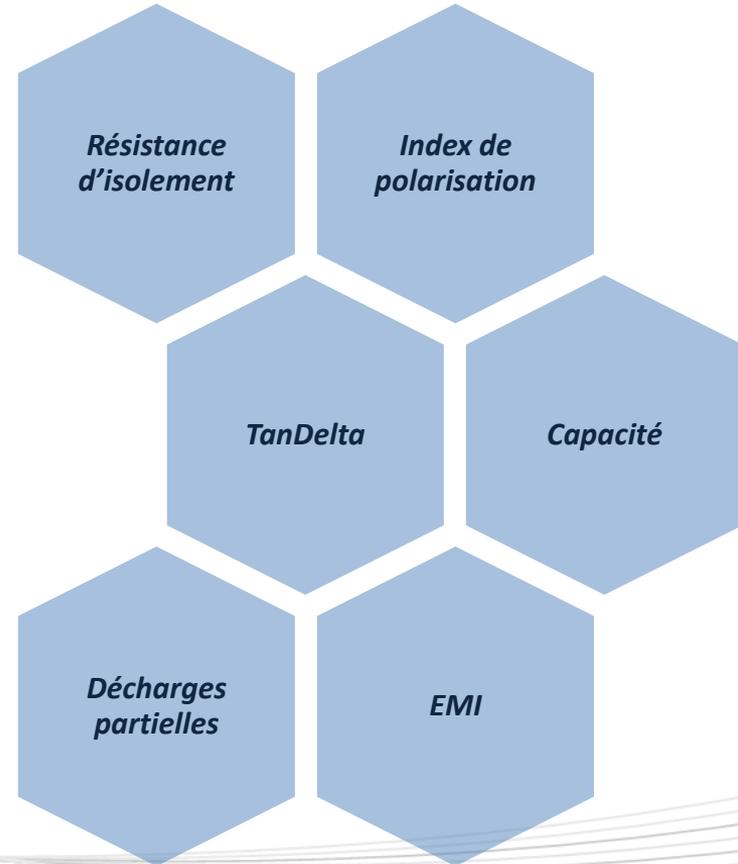
Concentrez-vous sur la maintenance prédictive et passez du coût de la valeur des actifs électriques aux coûts des pannes réseaux (pertes d'exploitations).

Forte évolution du secteur énergétique avec la digitalisation des installations.

Diagnostic des machines HT



Tests electriques sur les machines tournantes:



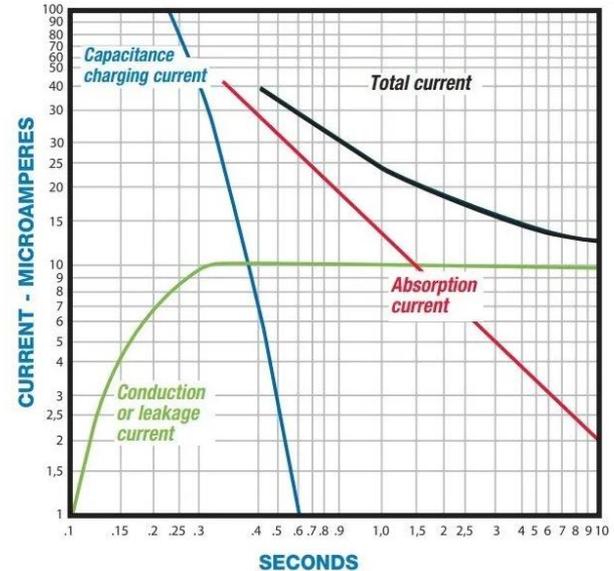
Diagnosics des machines tournantes

Résistance d'isolements (IR) & Index de Polarisation (IP)

Objectifs	Enroulements statoriques et rotorique
Équipement	Contrôleur d'isolement
Normes	IEEE 43 & IEC60034-27-4

Tests de routine utilisés pour diagnostiquer d'éventuelles contaminations et courts-circuits. Ils sont effectués avant les essais HT ac et dc et la mise en service. La résistance d'isolement présente une dépendance à la température.

Efficace pour détecter les problèmes liés à la surface des systèmes d'isolation. Moins sensible aux défauts internes comme la délamination des couches du mur isolant.



Diagnosics des machines tournantes

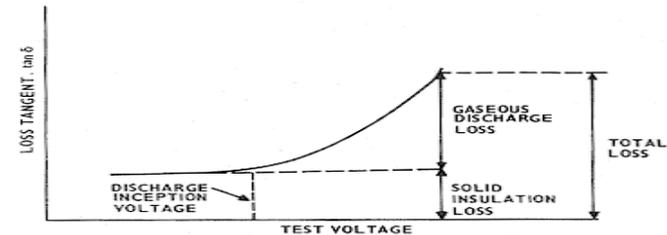
Capacité & TanDelta (TD)

<i>Objectifs</i>	<i>Enroulements statoriques et rotorique</i>
<i>Équipement</i>	<i>Pont $\tan\delta$ (Doble M4100)</i>
<i>Normes</i>	<i>IEEE 286; IEC 60034-27-3</i>

La $\tan\delta$ se définit comme le ratio du courant résistif divisé par le courant capacitif. La valeur de $\tan\delta$ et sa dépendance à la tension confirme la qualité d'imprégnation et la présence de défauts (décharges partielles) dans les enroulements statoriques.

Exemples de défauts détectables par mesure de $\tan\delta$:

- Humidité;
- Détérioration du revêtement conducteur et semi-conducteur;
- Imprégnation, délamination;
- Contamination du système d'isolation.



A vertical strip on the left side of the slide shows a close-up of electrical components, including a circular arrangement of copper-colored coils and a grey, segmented metal part, possibly a motor or generator component.

Mesure et détection des décharges partielles

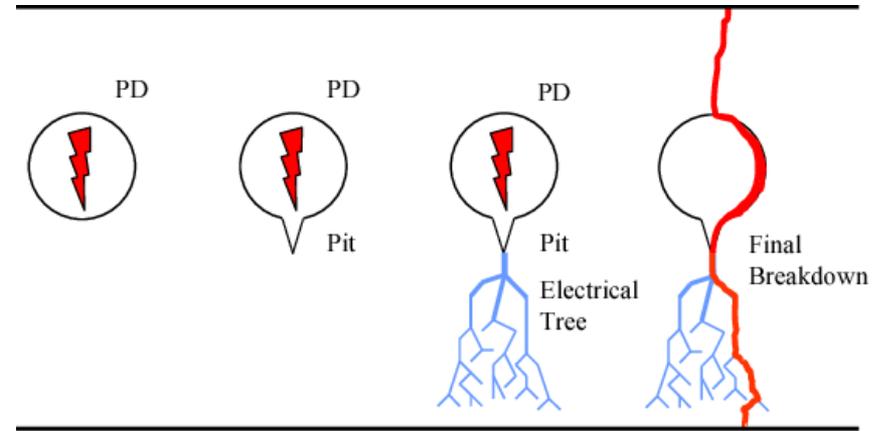
Décharges partielles & machines tournantes



Définition d'une décharge partielle:

IEC: "Décharge électrique localisée qui ne comble que partiellement l'isolation entre les conducteurs et qui peut ou non se produire à proximité d'un conducteur"

IEEE: "Décharge électrique localisée qui ne comble que partiellement l'isolation entre les conducteurs"



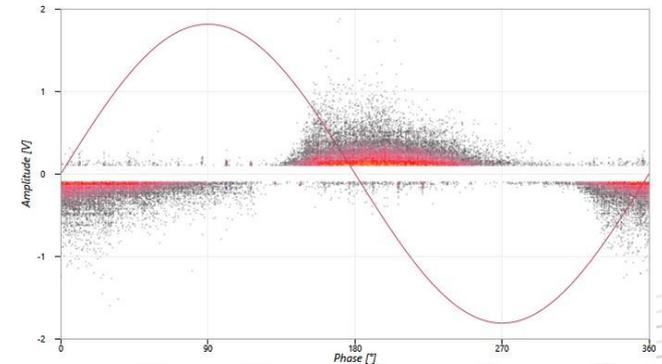
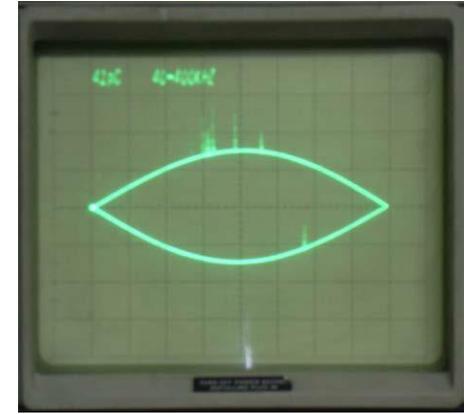
Décharges partielles & machines tournantes



Phase Resolved Partial Discharge (PRPD) Pattern

Chaque phénomène de DP génère des milliers d'impulsion par seconde. La manière la plus courante de les visualiser est de tracer l'amplitude des impulsions en corrélation avec la tension appliquée (matrice φ , q , n)

La reconnaissance des PRPD pattern est une des clés du diagnostic des décharges partielles aussi bien sur site qu'en laboratoire.



Décharges partielles & machines tournantes

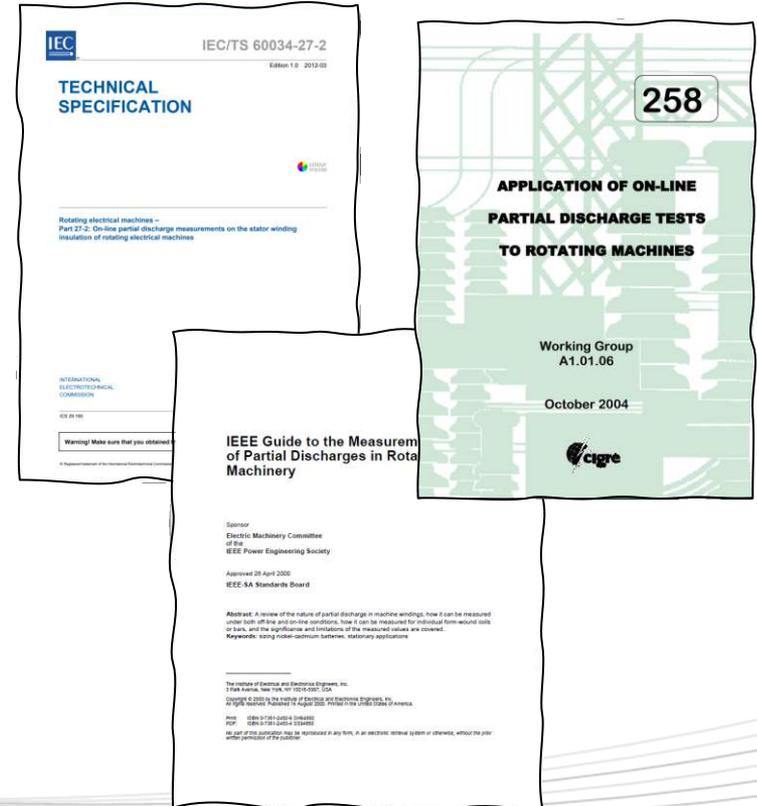


Normes et guides pratiques pour la mesure des décharges partielles sur les machines tournantes

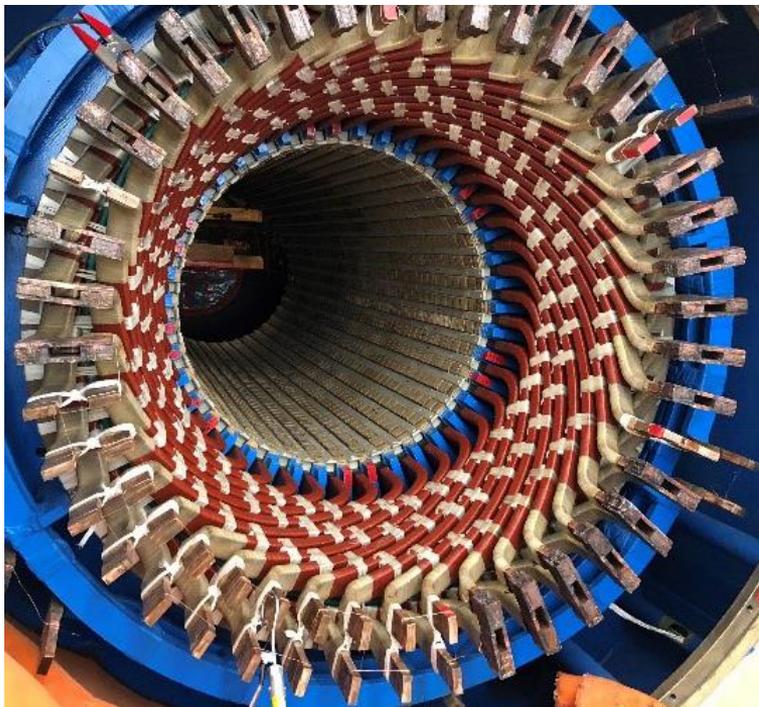
IEC 60034-27-2: *On-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines*

IEEE 1434: *Guide for the Measurement of Partial Discharges in AC Electric Machinery*

CIGRE 258: *Application of on-line partial discharge tests to rotating machines*



Phénomènes de décharges partielles



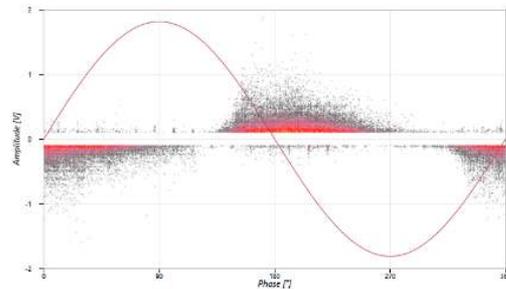
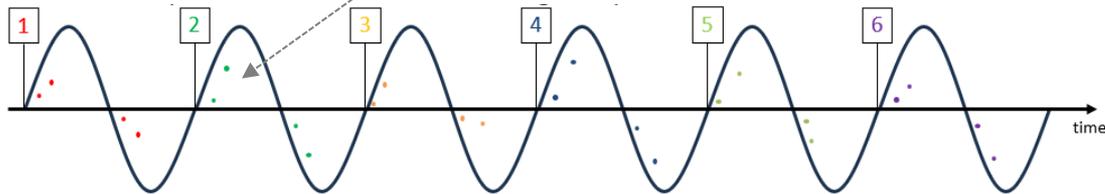
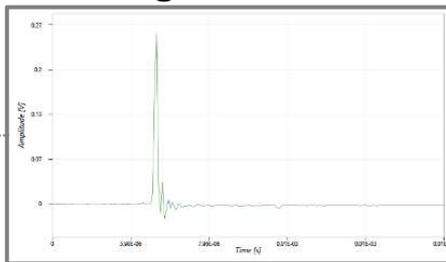
- PRPD pattern & polarité
- Vacuoles
- Délamination du mur isolant
- Délamination entre le conducteur et l'isolant
- Décharges d'encoches
- Décharges en sortie de fer sur le revêtement semi-conducteur
- Décharge entre spires, bobines, phases et par rapport à la masse

Phénomènes de décharges partielles

PRPD pattern et polarité

L'étude des modèles de PRPD pattern est la clé du diagnostic avancé afin d'identifier l'origine et le type de décharges partielles. Une formation et de l'expérience sont nécessaires afin de capter correctement les signaux et les interpréter.

- Amplitude de l'impulsion;
- Polarité de l'impulsion;
- Angle de phase.



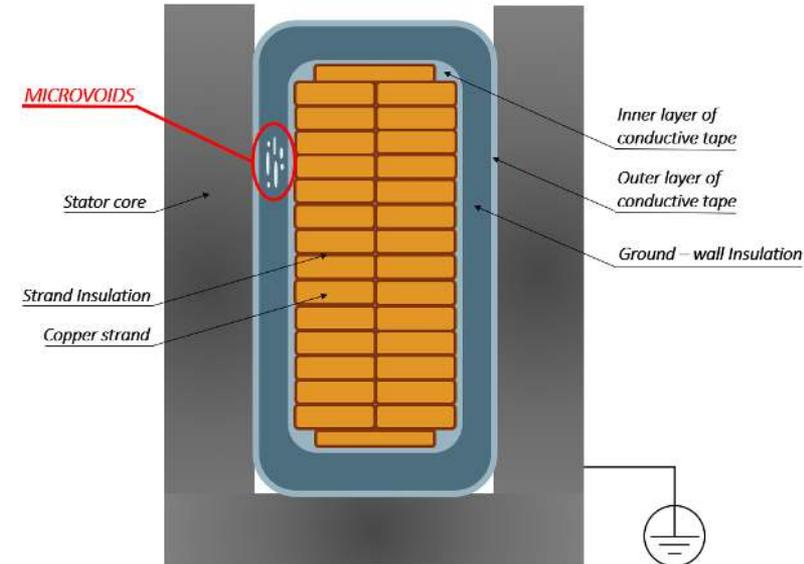
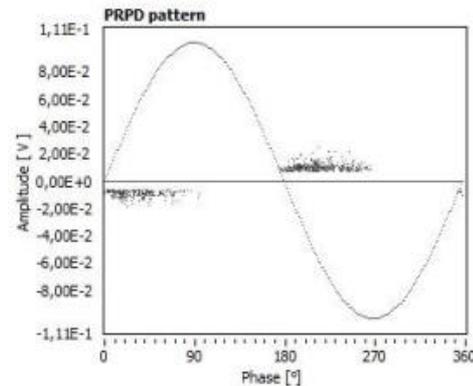
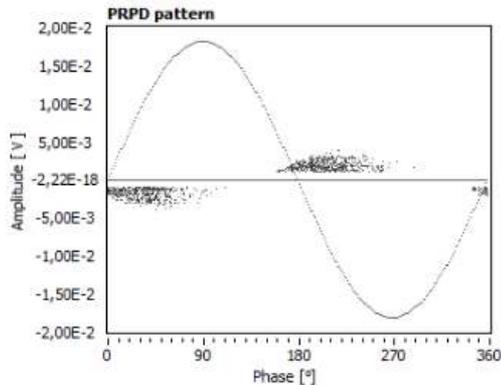
Vacuoles

Défauts internes constitués de petits vides dans le mur isolant (couches de mica). Ce type de défaut est présent dans toutes les machines en raison de l'imperfection dans le processus de fabrication et d'imprégnation des bobines. Ce type de défaut n'impacte pas la durée de vie de la machine.

Principales caractéristiques:

- Symétrie PD + & PD - ;
- Intervalles d'angle de phase réguliers ;
- Amplitude faible ;
- Forme triangulaire.

*+/- is referred to pulse amplitude, not to applied vol



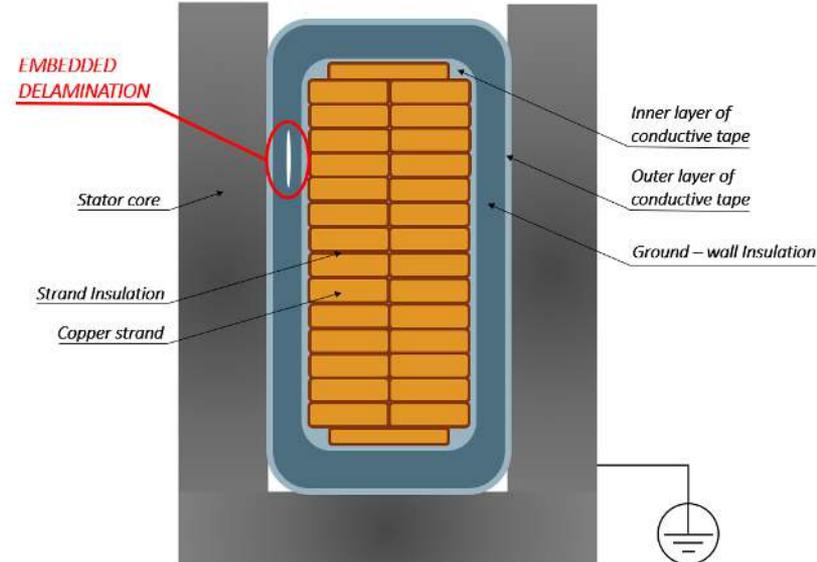
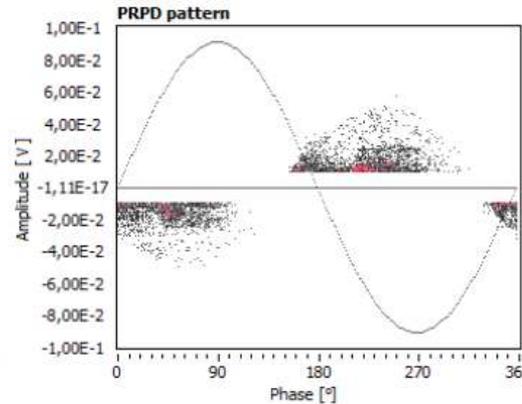
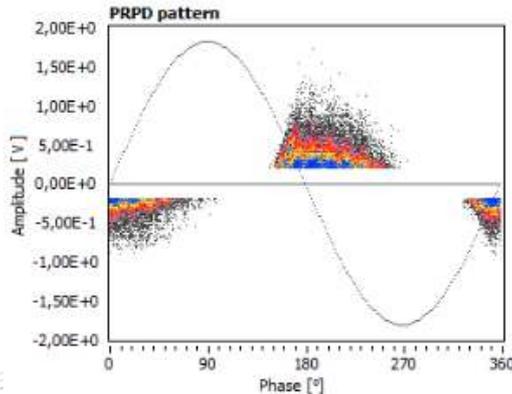
Dé laminations des couches

Décollement des feuilles de mica au sein du mur isolant. Des vacuoles oblongues sont causées par un durcissement imparfait du système d'isolation lors de la fabrication ou par des contraintes mécaniques et thermiques excessives durant les phases d'exploitation. Ces délaminations réduisent la conductivité thermique de l'isolant, ce qui entraîne un vieillissement accéléré ou un emballement thermique.

Principale caractéristiques:

- Symétrie PD + & PD -;
- Grand interval d'angle de phase;
- Forme triangulaire;
- Débute avant la passage à 0;

*+/- is referred to pulse amplitude not to applied



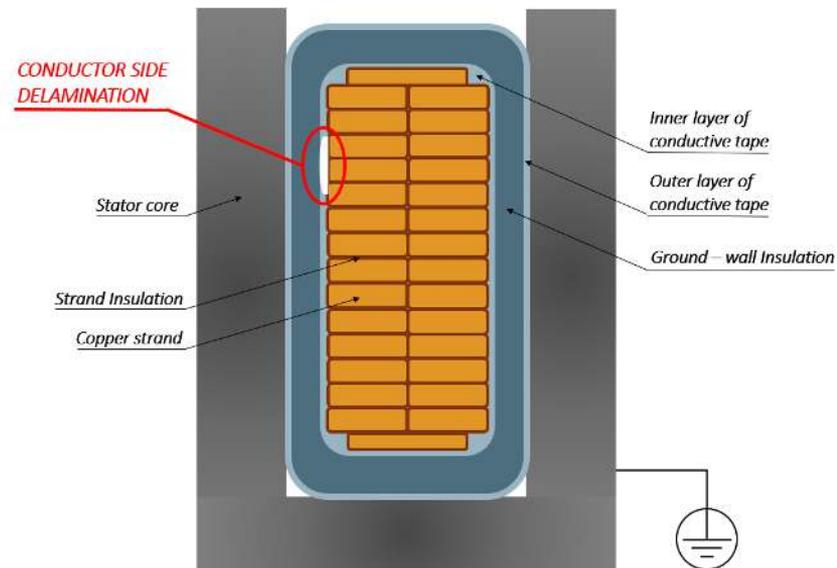
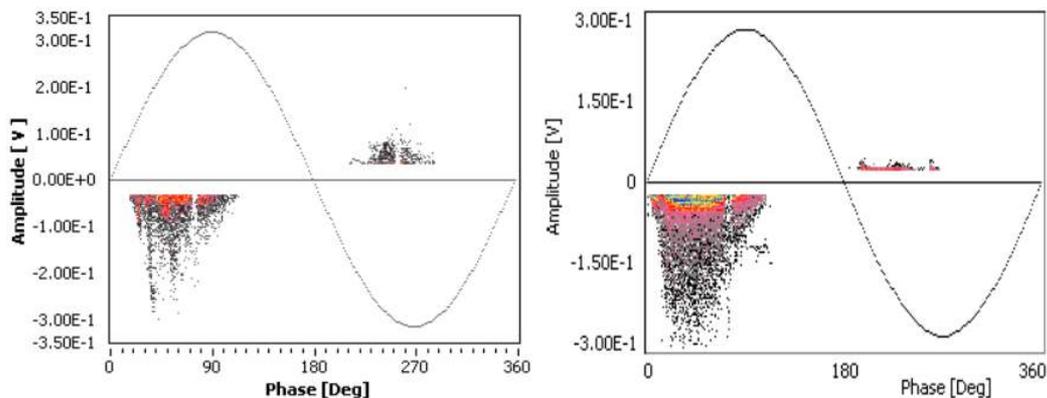
Délamination entre le mur isolant et le conducteur

Décollement du mur isolant du conducteur (barre de cuivre). Ces défauts sont constitués de vides placés entre l'électrode HT et l'isolant. Ils entraînent une surchauffe localisée (point chaud).

Principales caractéristiques:

- ❑ *PD - >> PD +;*
- ❑ *Intervalles d'angle de phase réguliers;*
- ❑ *Début avant le passage à 0;*

**+/- is referred to pulse amplitude not to applied*



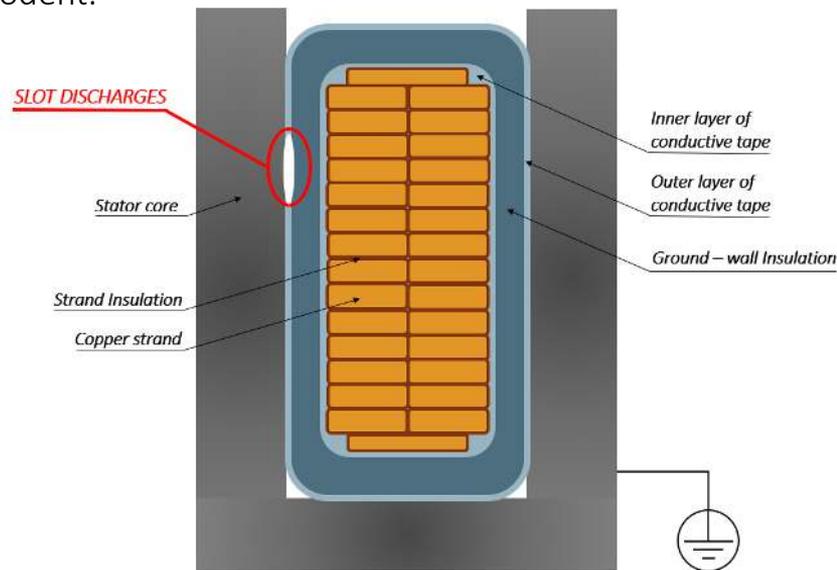
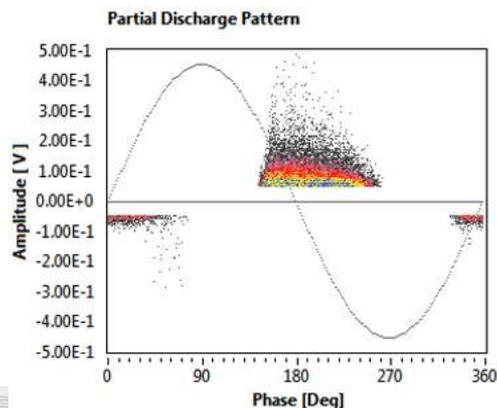
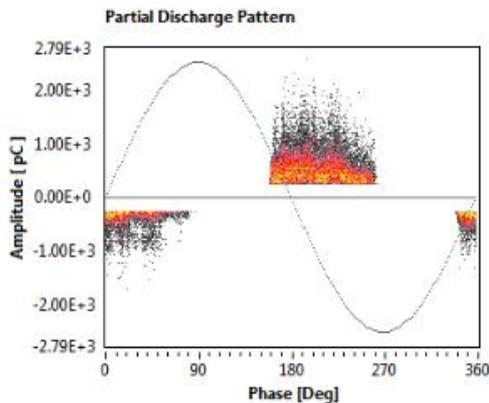
Décharges d'encoche

Décharges de forte énergie entre le revêtement conducteur de l'encoche et le circuit magnétique du stator relié à la terre. Elles apparaissent lorsque le revêtement conducteur est endommagé en raison d'une vibration de la barre dans l'encoche (érosion, discontinuité ou contamination chimique du revêtement). Le revêtement conducteur puis le mur isolant s'érodent.

Principale caractéristiques:

- $PD + \gg PD -$;
- Intervalles d'angle de phase réguliers;
- Débute avant le passage à 0;
- Valeur max $PD + \approx$ passage à 0

*+/- is referred to pulse amplitude not to applied voltage



Dégradation du revêtement semi-conducteur

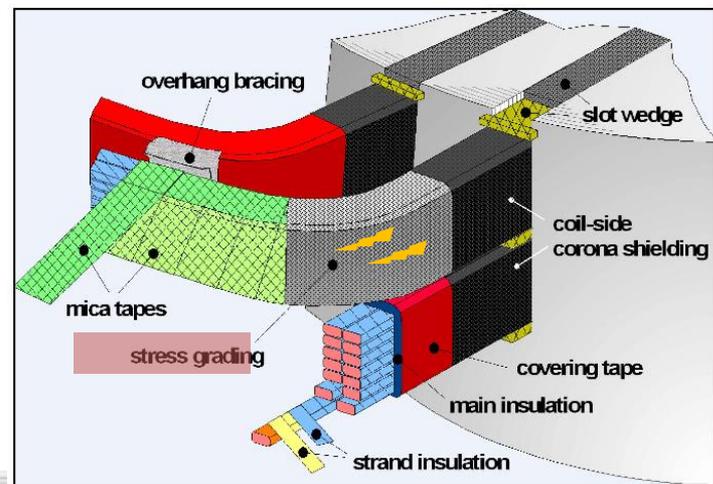
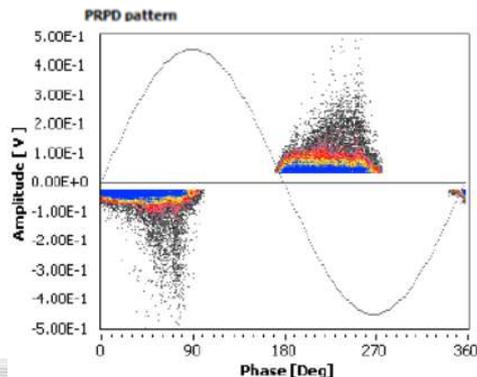
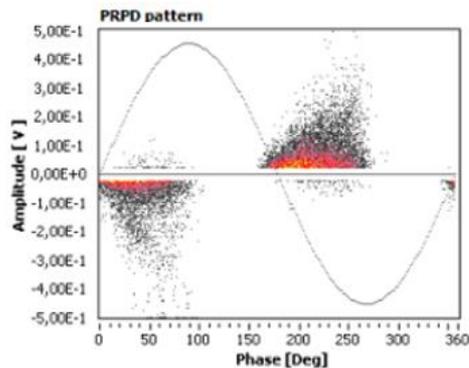


Décharges partielles entre le revêtement conducteur de l'encoche en sortie de fer et le revêtement semi-conducteur des développantes dû à une contamination des têtes de bobines ou une dégradation thermique. Il s'agit normalement d'un mécanisme de défaillance lent même si le comportement des DP peut changer rapidement en raison des effets de surface.

Principale caractéristiques:

- $PD + > PD -$;
- Intervalles d'angle de phase réguliers;
- Forme arrondie.

*+/- is referred to pulse amplitude not to applied voltage



Entres phases / phases-masse

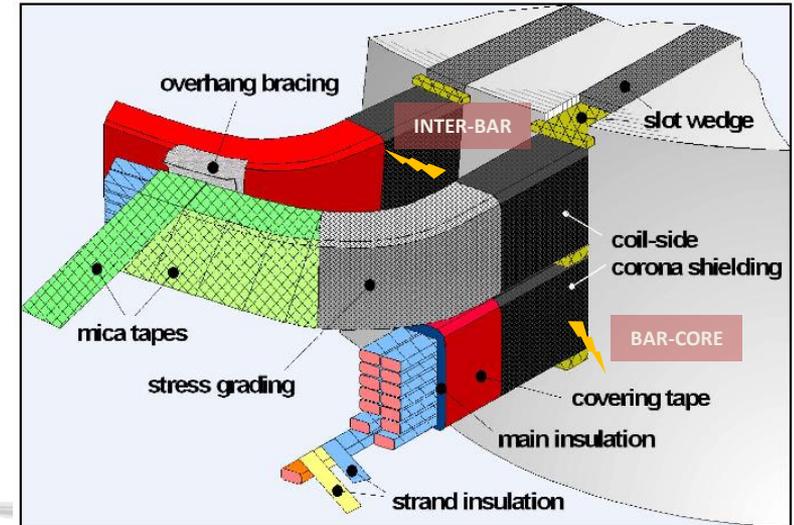
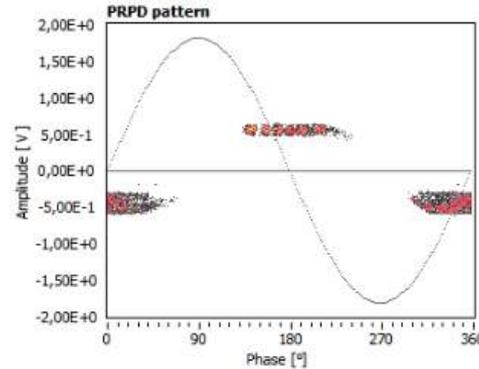
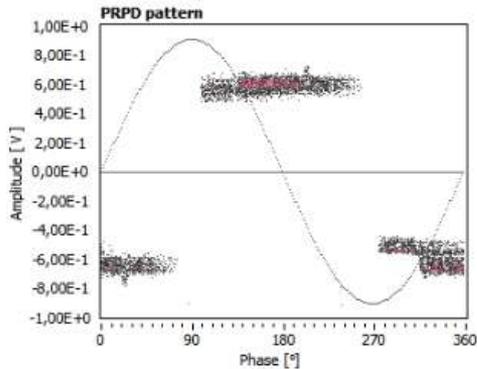
Ces décharges se produisent dans l'entrefer soit entre phases ou entre une phase et la masse, en raison d'un jeu insuffisant.

Elles peuvent détériorer le système d'isolation plus rapidement que les décharges de type Corona, entraînant une défaillance phase/terre.

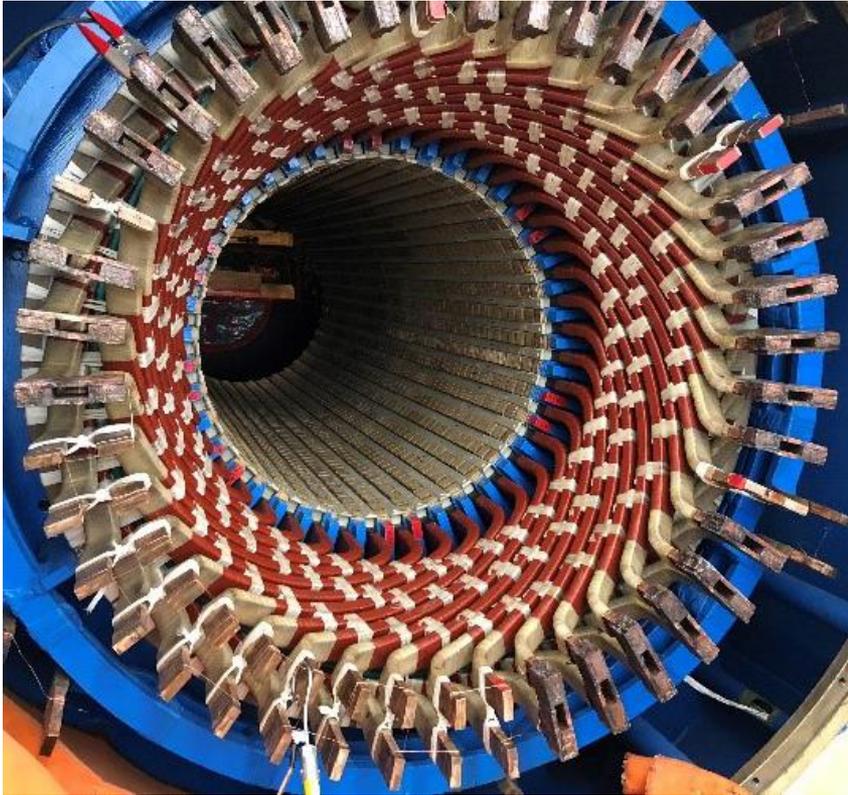
Principal caractéristiques:

- ❑ $PD + \approx PD -$;
- ❑ Taux de répétition élevé;
- ❑ Forme «nuage rectangulaire»;
- ❑ Détaché du niveau de déclenchement.

*+/- is referred to pulse amplitude not to applied voltage



Bruit et perturbations



- Bruit et perturbations
- Excitation & électroniques
- Mesures croisées
- Filtres (fréquence coupure, gain)
- Filtre temps /fréquence (TF-Map)

RM PD bruit & perturbations

Lors du test d'isolation d'une machine tournante, de nombreuses perturbations peuvent affecter les signaux de mesure en raison des systèmes électriques complexes impliqués. Certaines de ces perturbations sont considérées comme "Classique" et facilement identifiables (bruit d'excitation, perturbations externes et diaphonie).

- **Perturbations non synchronisées** (contacteur électrique, outils électroportatifs, ...);
- **Perturbations synchronisées** (Sources externes de DP, mauvaises connexion électriques, ...).

Le modèle PRPD pattern permet de:

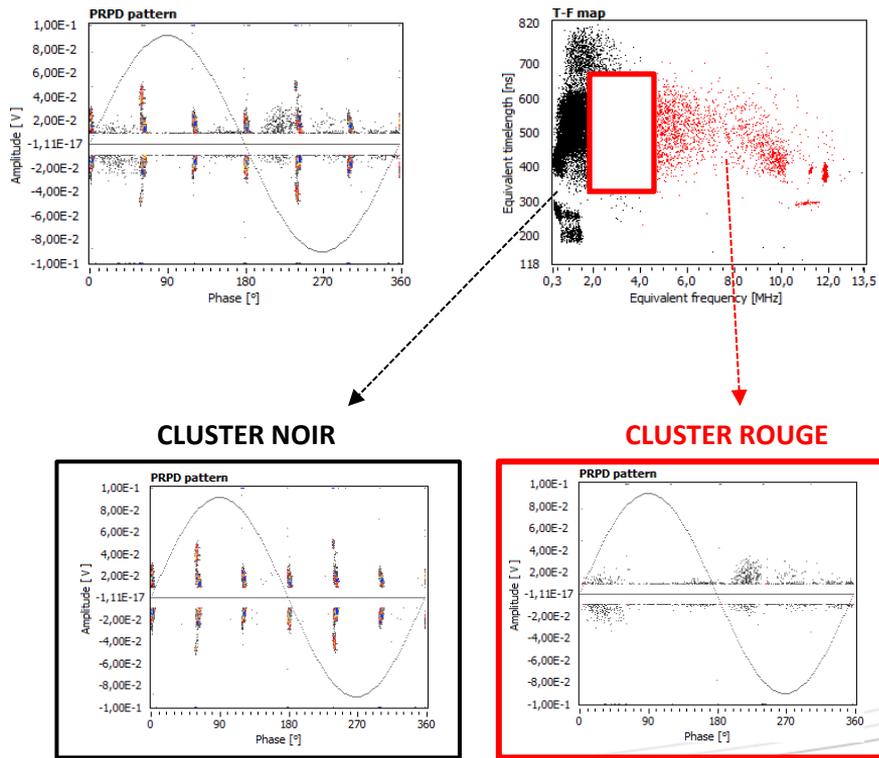
- ❑ *Reconnaître les signaux corrélés à la tension;*
- ❑ *Corréler les DP avec les phases appropriées;*
- ❑ *Identifier la diaphonie.*

Bruit et perturbations

Excitation & électroniques

Le bruit de l'excitation peut perturber les signaux et affecter leurs lectures.

Le signal est normalement caractérisé par une composante basse fréquence et peut être filtré au moyen de filtres matériels (**hardware**) ou par un outil de filtrage informatique (**software**) comme le TF MAP .



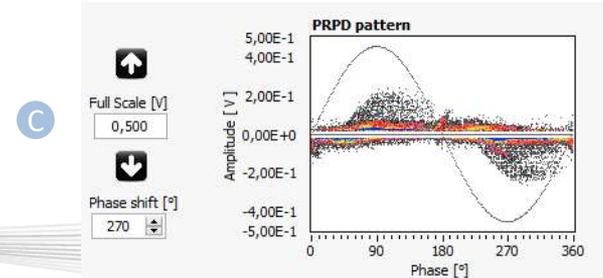
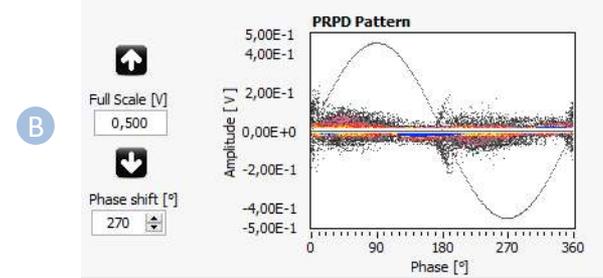
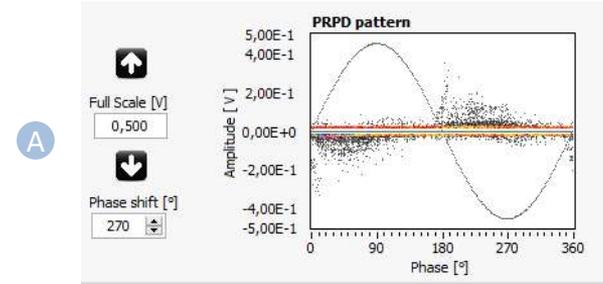
Bruit et perturbations



Les perturbations par diaphonie sont des phénomènes très fréquents dans les machines tournantes car les enroulements des trois phases sont extrêmement proches les uns des autres.

Pour déterminer à quelle phase appartient le phénomène de DP, il faut:

- ❑ Régler le même déphasage sur les trois phases;
- ❑ Regarder les amplitudes;
- ❑ Vérifier la polarité.



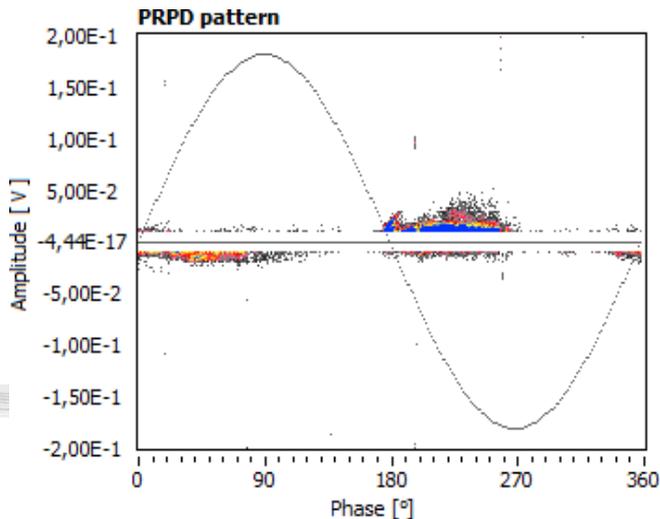
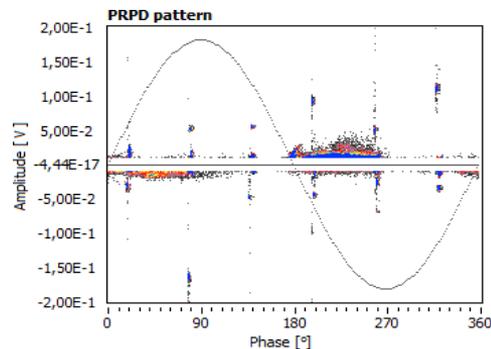
Bruit et perturbations



Filtres Hardware (HW)

Des conditionneurs de signaux peuvent être installés en sortie du capteur afin de :

- Atténuer les perturbations basse fréquence;
- Atténuer les perturbations haute fréquence;
- Créer un filtre passe-bande ou atténuer le signal existent.



Bruit et perturbations

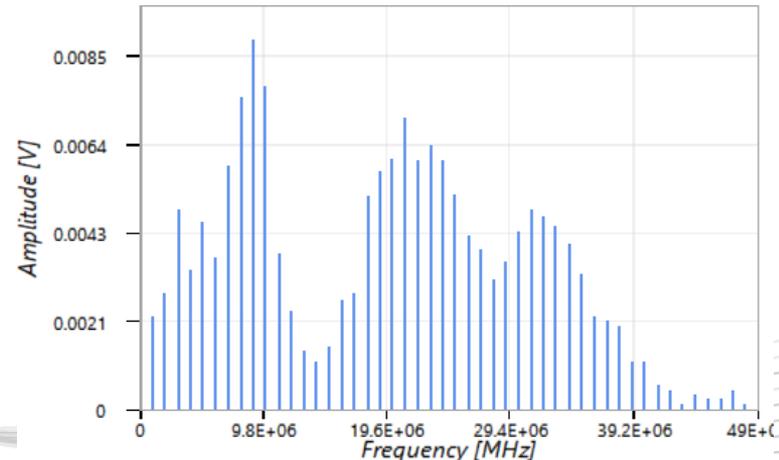
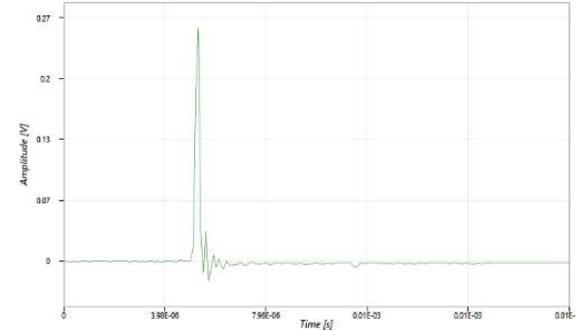


Filtrage numérique “Time-Frequency Map”

L’instrument de DP acquiert chaque second des milliers d’impulsions.

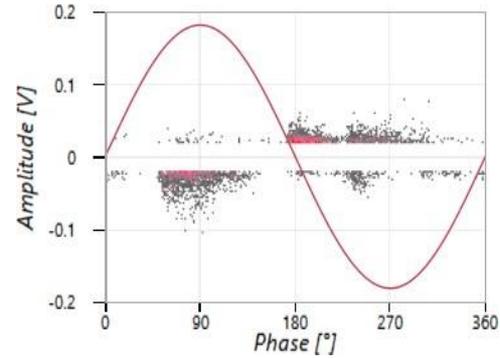
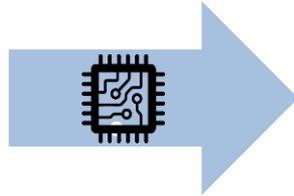
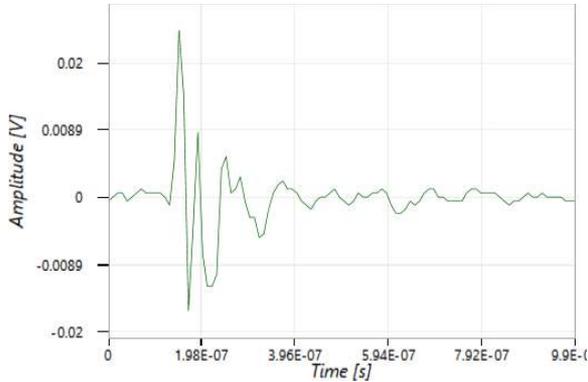
Il est impossible de visualiser et de vérifier chaque impulsion de DP haute fréquence. Les deux seules informations enregistrées sont **l’amplitude** et **l’angle de phase**.

Les signaux hautes fréquences peuvent être étudiés à partir de leur contenu fréquentiel. Chaque signal peut être visualisé avec son spectre d’impulsions et ces informations peuvent être considérées comme une empreinte digitale du signal.



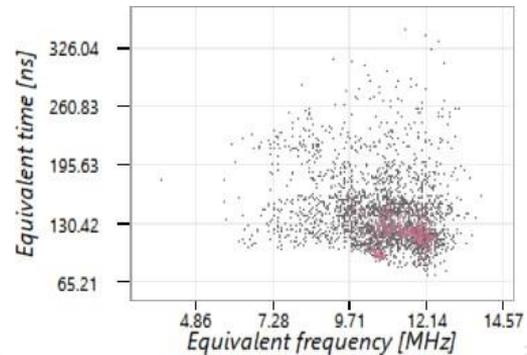
Bruit et perturbations

Time-Frequency Map



*Amplitude et angle de phase
des impulsions*

PRPD PD Pattern



*Equivalent Temps &
Equivalent Fréquence*

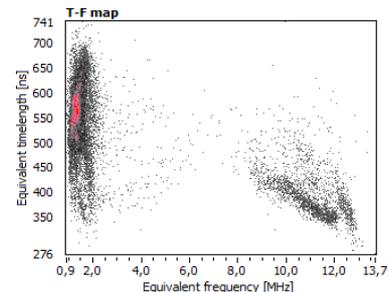
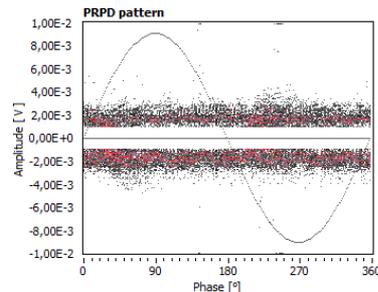
T- F Map

Bruit et perturbations

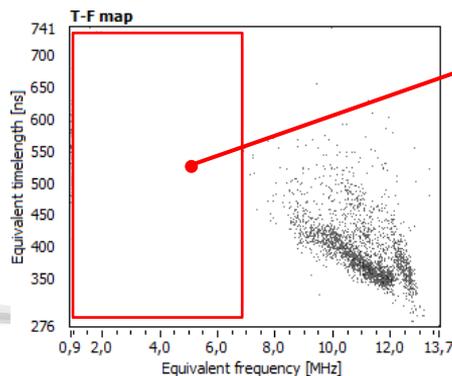
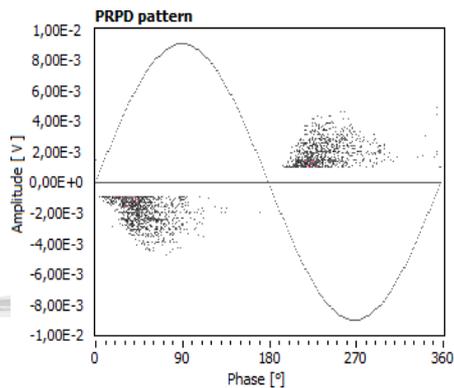
Time-Frequency Map

L'empreinte du signal Temps-Fréquence permet de définir des zones temps /fréquences à filtrer

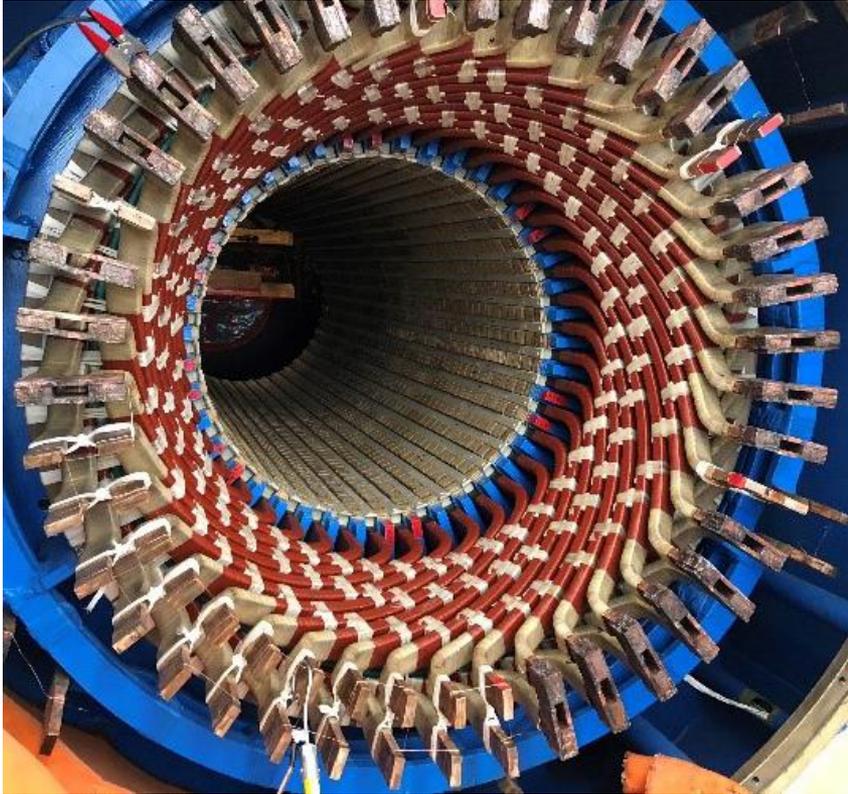
AVANT filtration



APRES Filtration



Filtre numérique



- Processus d'acquisition
- Ensemble des données
- Séparation des phénomènes
Time-Frequency Map
- Identification des phénomènes
- Tendence

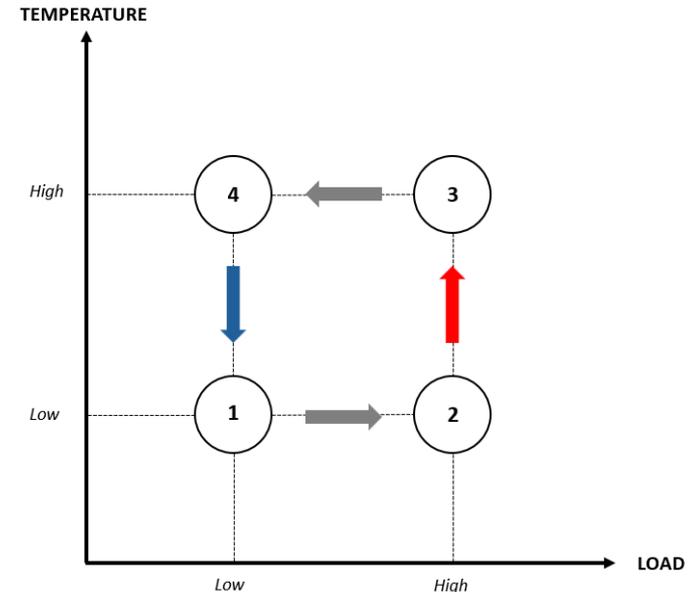
Processus d'acquisition

L'analyse des décharges partielles commence dès le processus d'acquisition. Une session d'acquisition appropriée doit fournir les données et informations suivantes à utiliser lors de l'analyse:

- Signaux de DP de haute amplitude;
- Signaux de DP de faible amplitude;
- Paramètres de fonctionnement de la machine (T°C & kW).

Lors d'une session d'acquisition de DP, nous recommandons d'utiliser:

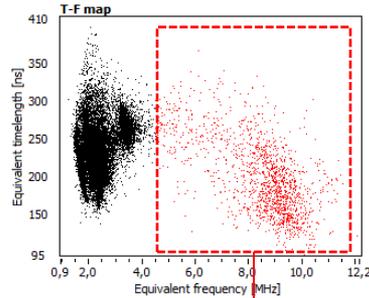
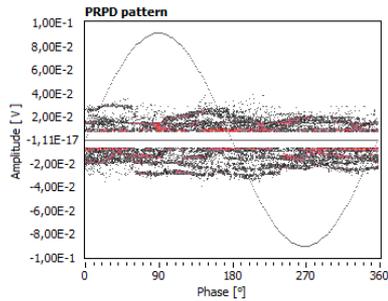
- Différent temps;
- Différent pré-triggers;
- Filtres Hardware.



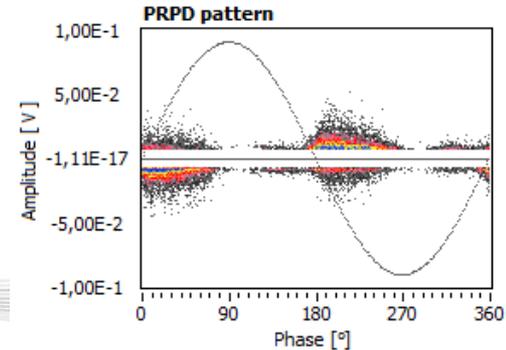
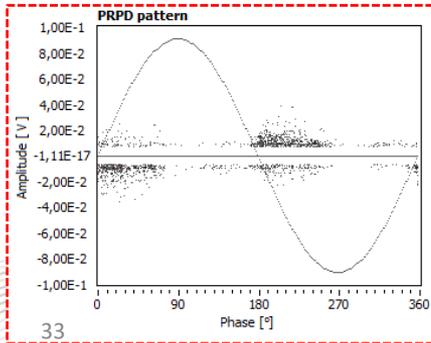
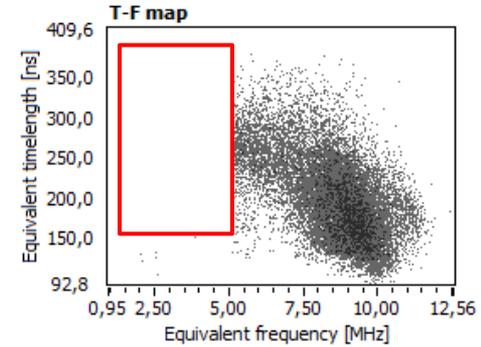
Analyse des DP

Processus d'acquisition

Les signaux de DP sont affichés sur la base d'amplitude. Si aucun outil de filtrage n'est utilisé, la mesure de DP sera focalisée uniquement sur les signaux d'amplitude les plus élevés.



Après filtrage software



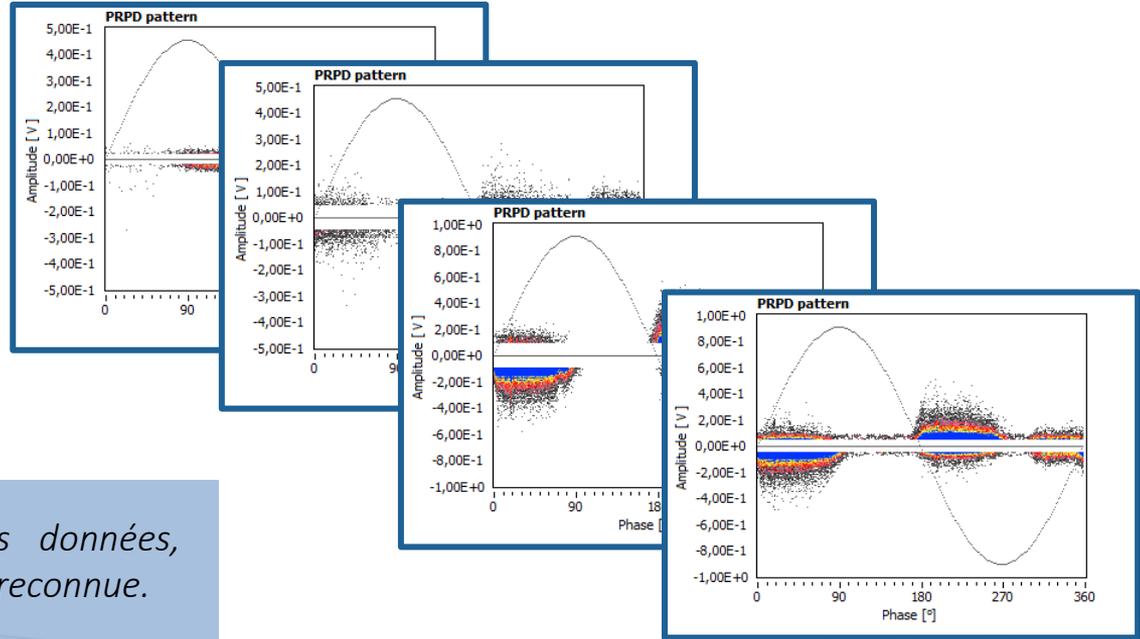
Analyse des DP

Ensemble des données

Pour chaque séquence de détection, nous recommandons l'acquisition d'un ensemble complet de données et non pas juste un PRPD pattern.

Les données doivent inclure:

- Différentes échelles (amplitude)
- Différents niveaux de Trigger
- Acquisition des formes d'onde
- Avec et sans filtration hardware
- Avec et sans filtration Software



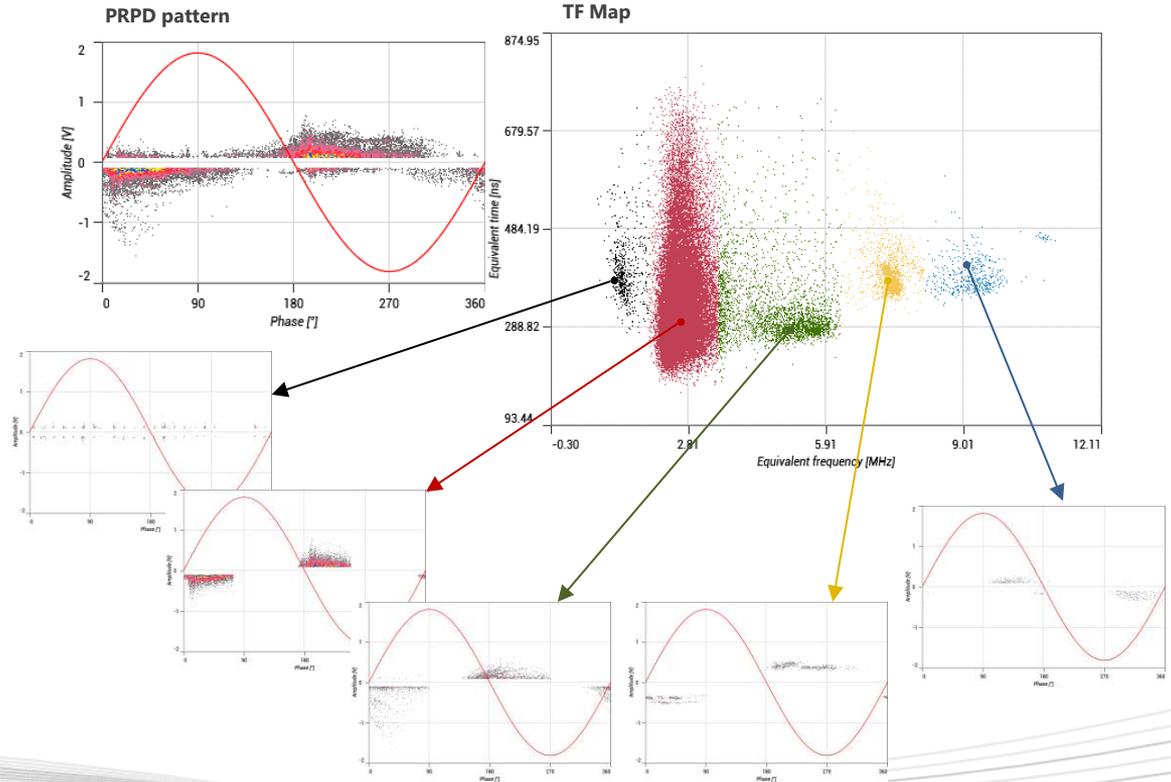
Idéalement, lors de l'analyse des données, chaque étape d'acquisition doit être reconnue.

Analyse des DP



Séparation des phénomènes par TF map

Le filtrage des signaux par TF-MAP permet de supprimer les perturbations indésirables pendant l'acquisition et d'identifier les différentes sources de DP pendant l'analyse.



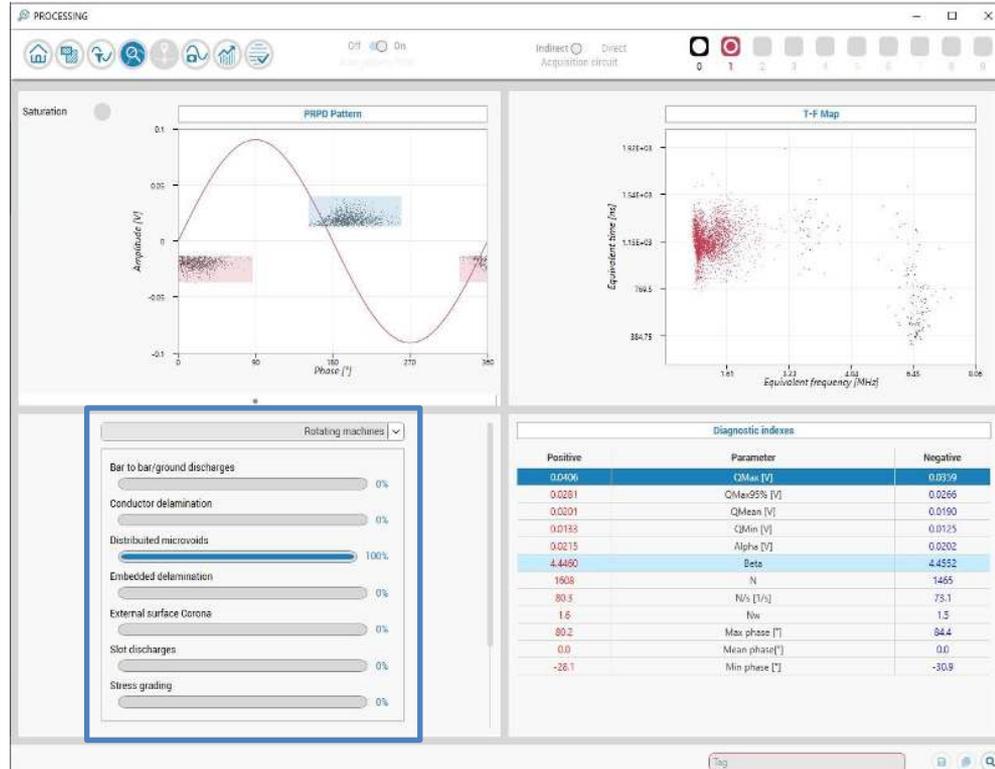
Analyse des DP



Identification des phénomènes

- Acquisition des données
- Suppression des perturbations
- Séparation des sources de DP

L'analyse et l'identification des sources de DP peut se faire manuellement avec le modèle PRPD pattern ou automatiquement avec l'outil [PD Pro identification tool](#).



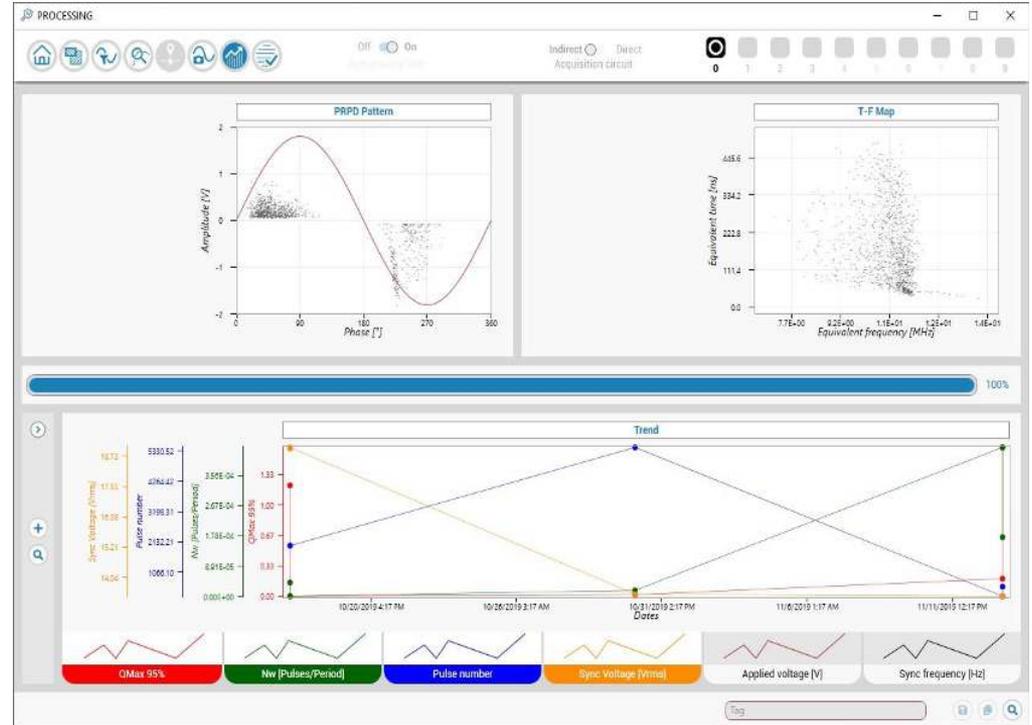
Analyse des DP



Tendance

L'amplitude et le taux de répétition sont des marqueurs de l'évolution des décharges partielles.

L'amplitude des décharges peut être stable durant plusieurs années ou évoluer rapidement et accroître la fréquence de répétition.



Capteurs de DP pour les machines tournantes



- Comment détecter le signal
- Technologie des capteurs
- Exigences
- Positionnement des capteurs
- Signal de sortie & Sécurité

Comment détecter le signal de DP

Les défauts d'isolation localisés génèrent des signaux de décharges partielles (DP) lorsqu'ils sont soumis à des contraintes électriques. Les décharges partielles produisent des rayonnements électromagnétiques et des courants électriques haute fréquence.

La circulation d'un signal **conduit** ou **induit** (courant) peut être forcé dans un capteur (capacité ou HFCT) et mesuré.

La conception du générateur peut atténuer et affecter la sensibilité d'un signal **rayonné**.

Différents capteurs:

- *Sortie de DP différente*
- *Sensibilité*
- *Signal de synchro*

Capteurs de DP pour les machines tournantes

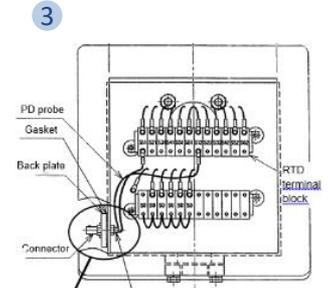
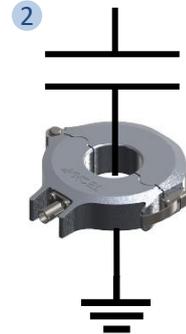
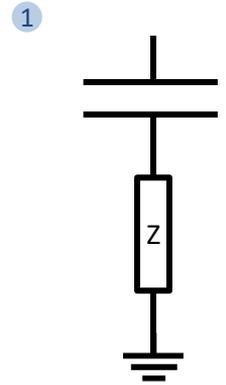


Technologie des capteurs

Les coupleurs capacitifs raccordés aux bobinages sont les capteurs les plus répandus.

Le signal de DP est mesuré par:

1. Condensateur de couplage et impédance;
2. Transformateur de courant haute fréquence (HFCT);
3. Antenne placée dans les encoches pour capturer le signal rayonné.



Capteurs de DP pour les machines tournantes



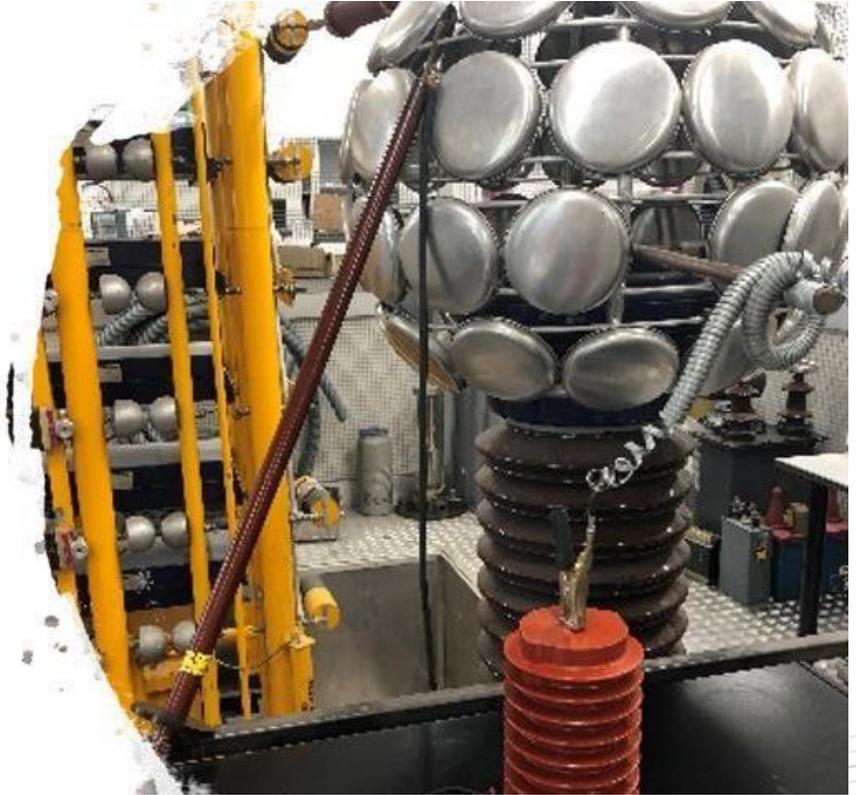
Technologie des capteurs

	Capacitif	Capacitif + HFCT	Antenne
<i>Sensibilité</i>	Haute	Faible	Très haute localement
<i>Installation</i>	Effort moyen	Effort moyen	Beaucoup d'effort
<i>Sécurité</i>	Moyen	Très haute	Haute
<i>Signal Synchro</i>	OUI	NON	NON
<i>Principe de couplage</i>	Signal conduit	Signal induit	Signal rayonné

Exigences

L'installation fixe d'un capteur de DP sur une machine tournante HT exige d'éliminer tout risque de défaillance de celui-ci:

- ❑ Tenue diélectrique (tension de choc, stress thermique, essai diélectrique, long fonctionnement sous HVAC);
- ❑ Chaque capteur est soumis trois essais diélectriques;
- ❑ Chaque capteur doit être exempt de DP;
- ❑ Faible tolérance (précision) sur le ratio capacité / tension.



Capteurs de DP pour les machines tournantes



COUPLEURS CAPACITIFS 7KV 1000pF KIT TRIPHASE

Solution idéale pour les machines 6.6kV avec un espace d'installation limité.



COUPLEURS CAPACITIFS 12/17/24KV 1000pF KIT TRIPHASE

3 niveaux de tensions (12kV, 17,5 et 24kV).

Capteurs de DP pour les machines tournantes



Positionnement des capteurs

Les capteurs de DP sont installés dans des zones à forte énergie. Le risque de défaillance doit être minime.

- Pièces métalliques amagnétiques;
- Le capteur de DP ne doit pas réduire les capacités d'isolation du stator;
- Les stresses thermique et mécanique doivent être pris en compte;
- Eviter la création de DP de type Corona & de surface.



Capteurs de DP pour les machines tournantes



Signal & Sécurité

Des câbles coaxiaux sont utilisés pour acheminer le signal au boîtier de dérivation ou à l'instrument de mesure.

Le boîtier de dérivation permet d'obtenir les signaux de DP et de synchronisation. Il comporte une sécurité passive en cas de surtension.



Mesure en & hors service



- Mesure des DP hors service
- Mesure des DP en service
- Comparaison technique
- Comparaison pratique

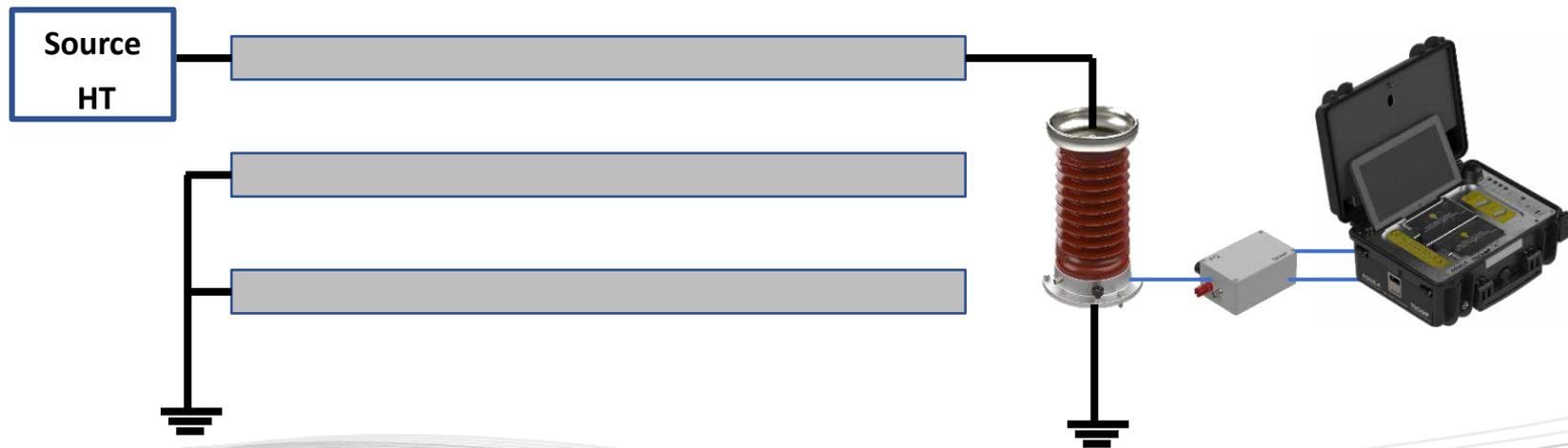
Mesure en & hors service



Mesure des décharges partielles hors service

Les mesures de DP hors service s'effectuent lors d'arrêt technique pour maintenance préventive ou lors d'avarie.

Ces essais nécessitent un générateur haute tension à une fréquence de 50Hz raccordé coté point neutre de l'enroulement. Un coupleur capacitif et un système d'acquisition sont raccordés coté haute tension de l'enroulement. La chaîne de mesure doit être calibrée.



Mesure des décharges partielles hors service

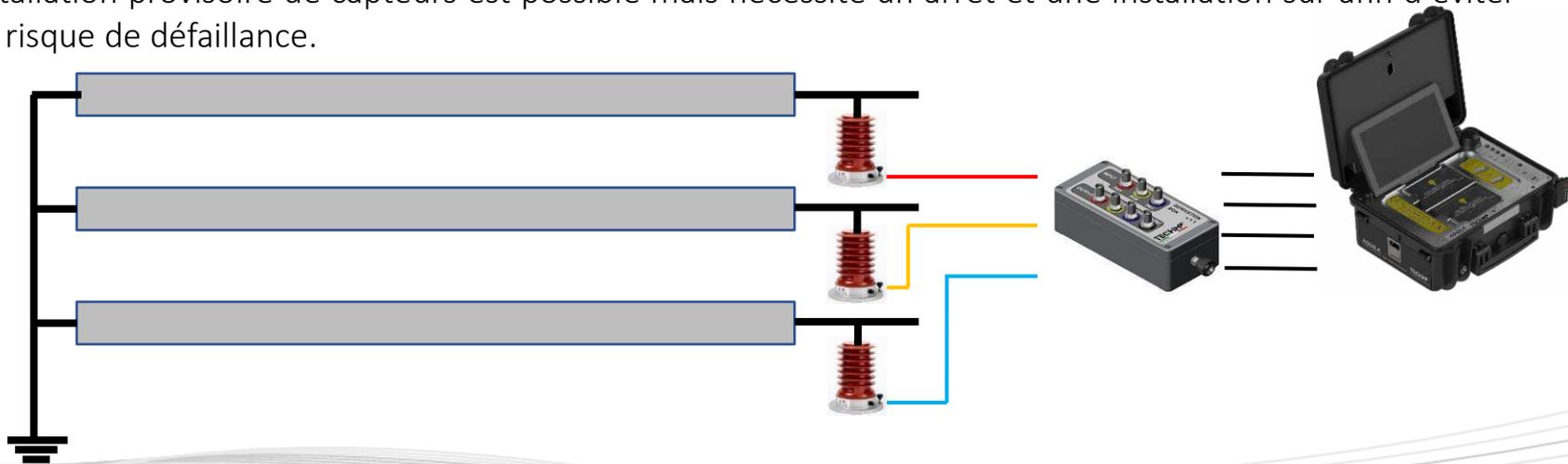
Les aspects techniques suivants doivent être pris en compte pour les essais hors service:

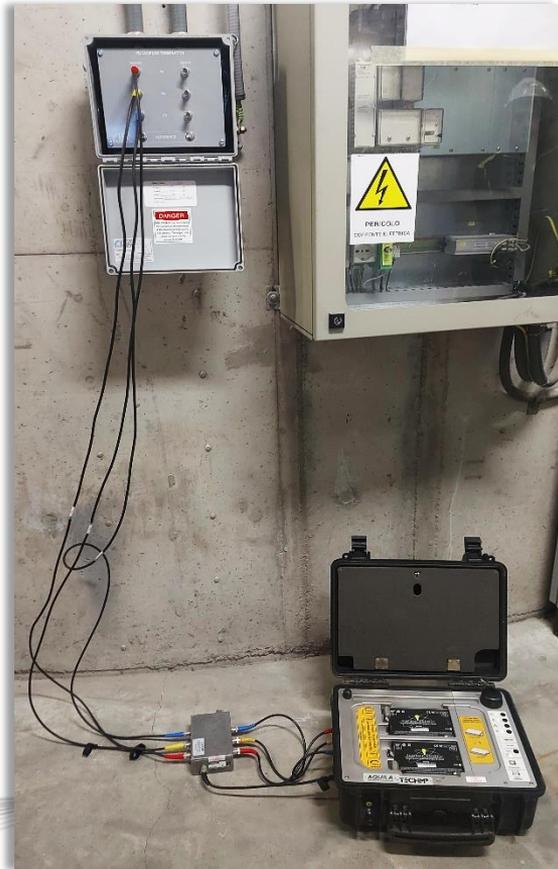
- Tension entre phase et masse uniquement, constant le long de l'enroulement;
- Température constante durant tout l'essai;
- Le test ne tient pas compte des perturbations mécaniques (vibration);
- Test phase par phase;
- La source HT doit être exempt de DP;
- Evaluation des tensions d'apparition (PDIV) & d'extinction (PDEV) des DP évaluation;
- Sur stress électrique du mur isolant (U_0 , $1.2U_0$, $1.4U_0$, U_n , point neutre au potentiel).

Mesure des décharges partielles en service

Les mesures de DP en ligne nécessitent l'installation de capteurs. Les mesures sont effectuées dans les conditions d'exploitation de la machine (stressés électrique, mécanique et thermique).

L'installation provisoire de capteurs est possible mais nécessite un arrêt et une installation sûre afin d'éviter tout risque de défaillance.





Mesure des décharges partielles en service

Les points techniques suivants doivent être prise en compte lors de mesure de DP en service:

- Conditions d'exploitation « normales »;
- Si possible, différent niveau de charge et de température;
- Diaphonie;
- Perturbations externes;
- Mesure simultanée des trois phases;
- Capteurs permanent;
- Test en sécurité.

Comparaison technique

	Off-line	On-line
<i>Capteurs permanents</i>	NON	OUI
<i>Diaphonie</i>	NON	OUI
<i>Stresse électrique réel</i>	NON	OUI
<i>Correlation avec les données historiques</i>	Dépend des capteurs et de l'unité d'acquisition	Même capteur Dépend de l'unité d'acquisition
<i>Stresses Thermique, Elctrique, Ambient, Mecanique (TEAM stress)</i>	NON	OUI

Mesure en & hors service



Comparaison

	Off-line	On-line
Budget	Haut	Bas
Effort client	Haut	Haut
Consignation	OUI	NON
Capteur de DP	Apporté par une société de service	Capteurs compatibles
Sécurité	Dangers potentiels	Test en sécurité
Stresses	Application de différent pas de tension	Electrique, thermique, mécanique, variation de charge
Inplication du service exploitation	OUI	NON
Materiel requis	Source HT, capteur de DP, unité d'acquisition de DP	Unité d'acquisition de DP

A vertical strip on the left side of the slide shows a close-up, slightly blurred view of a motor's internal components, specifically the stator windings and a portion of the rotor, with a focus on the copper-colored coils.

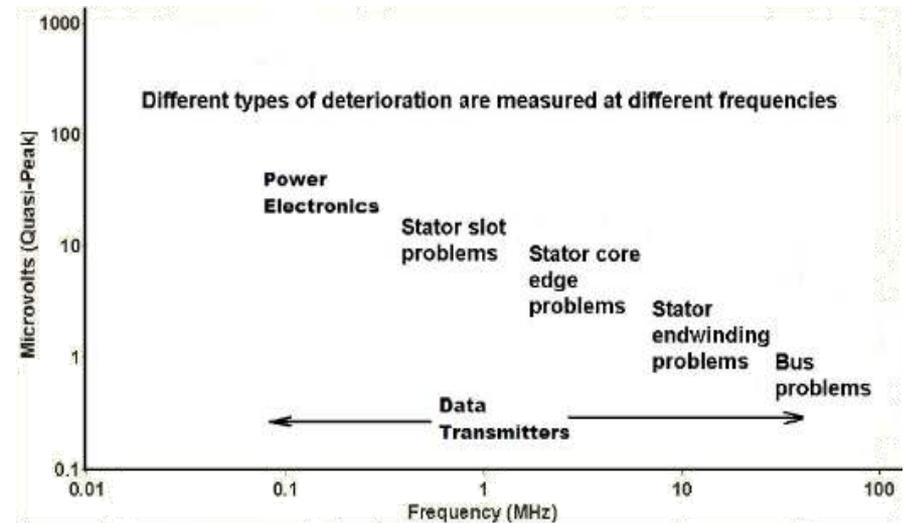
MESURE DES INTERFERENCES ELECTROMAGNETIQUE (EMI)

Test EMI



Le test EMI est une analyse des signaux électromagnétiques du domaine fréquentiel de 50kHz à 100 MHz collectés sur la machine et l'environnement.

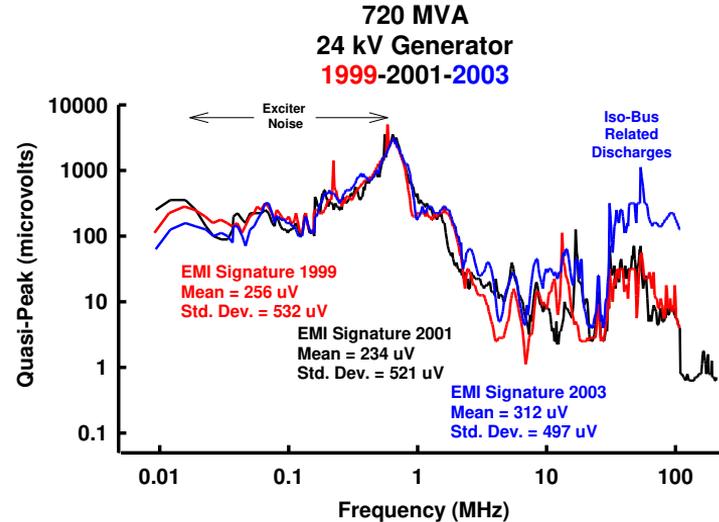
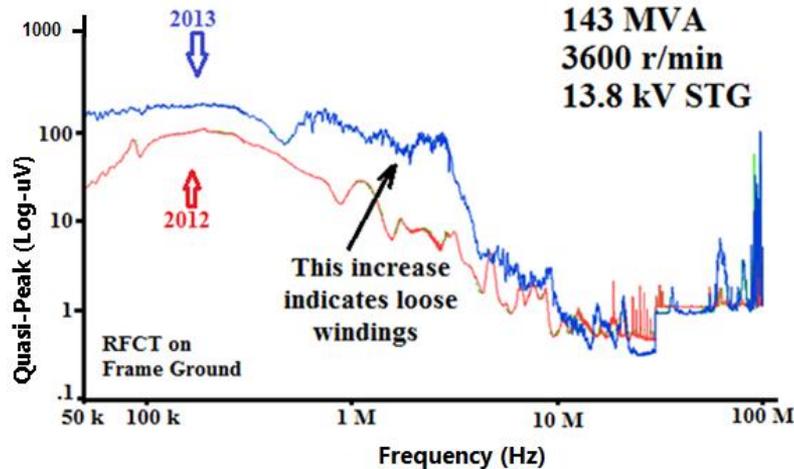
<i>Objectif</i>	<i>Enroulements statoriques Système d'excitation Encoches</i>
<i>Instruments</i>	<i>Doble Spark 3, Doble PDS200</i>
<i>Normes</i>	<i>CISPR-16</i>



Test EMI



Chaque type de défauts, y compris les impulsions de DP ou les arcs électriques, produit une signature et un motif EMI unique qui dépend également de son emplacement dans l'actif.



Test EMI



Plus de 65 différentes conditions électriques et mécaniques ont été identifiées et vérifiées.

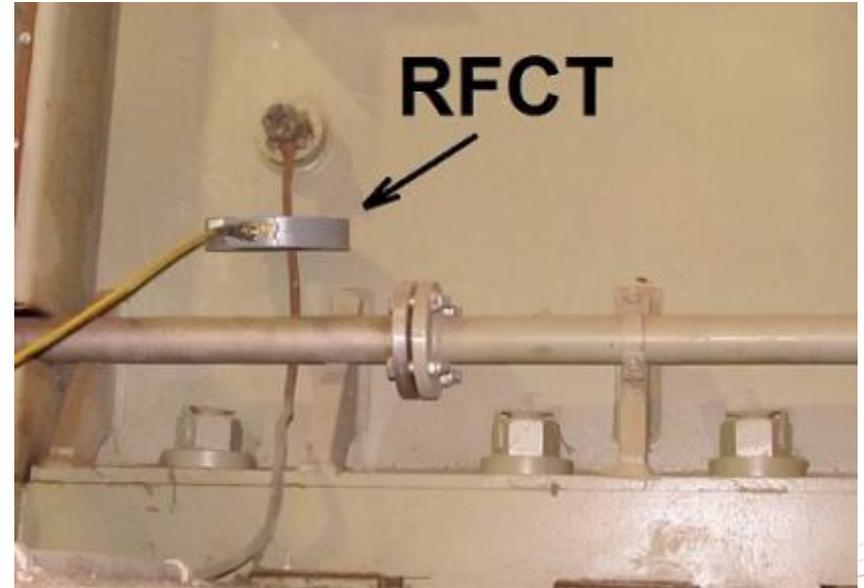
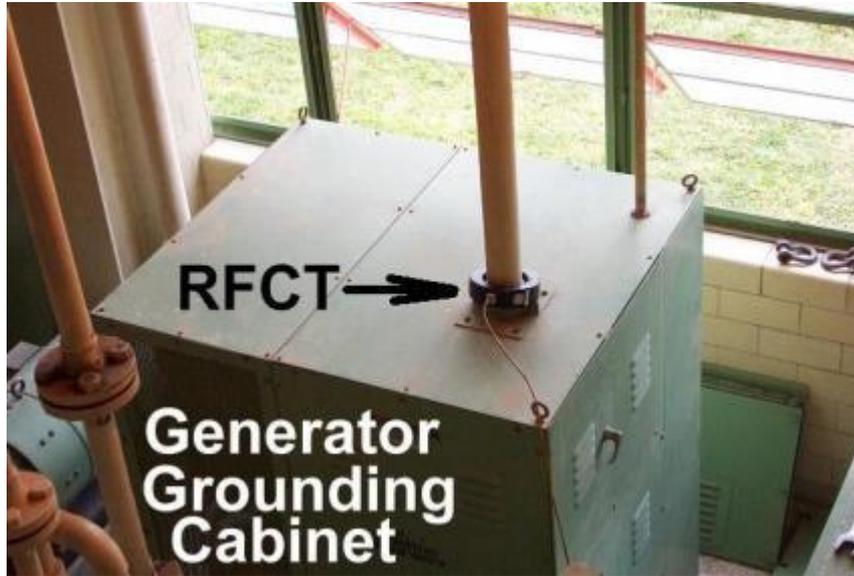
Generators	Motors	Iso-Phase Bus
Stator bar slot discharges	Stator coil partial discharges	Loose or broken support insulators
Stator slot side-packing erosion	Deterioration in slots & ends	Loose or corroded hardware
Stator bar stress grading system deterioration	Defective bolted or crimped stator lead connections	Defective insulation
Loose stator wedging	Shaft oil seal rub	Stray circulating currents
Loose end winding ties	Broken induction motor rotor bars	Foreign material or objects inside bus
Blocking and circuit rings	Bearing problems	Defective bus PT connections
Loose or broken stator sub-conductors	Misalignment	Open PT high-voltage fuses
Winding contamination	Winding contamination	Contaminated insulators
Exciter issues		

- L'emplacement du tore HFCT dépend de l'appareil électrique analysé.
- La collecte des données nécessite la sélection d'un emplacement sûr en basse tension ou une mise à la terre .
- Pas de raccordement sur un circuit “**sous tension**”.
- Pas de risque d'arc électrique.
- Pas d'interférence avec des opérations normales pour la collecte des données.
- Aucune injection de signal dans le système.

Test EMI



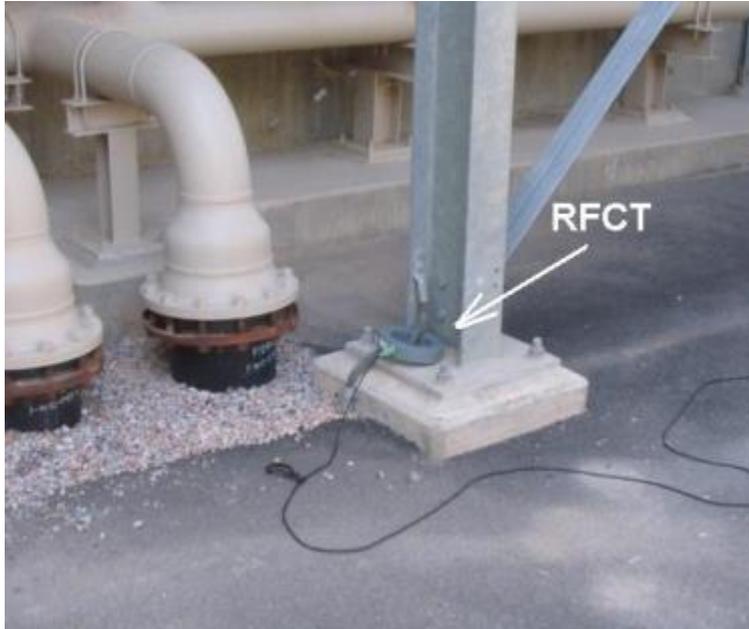
La mise à la terre du point neutre d'une machine (générateur) est l'emplacement idéale pour placer le tore HFCT. Il peut également être installé sur le câble de mise à la terre de la masse de la machine.



Test EMI



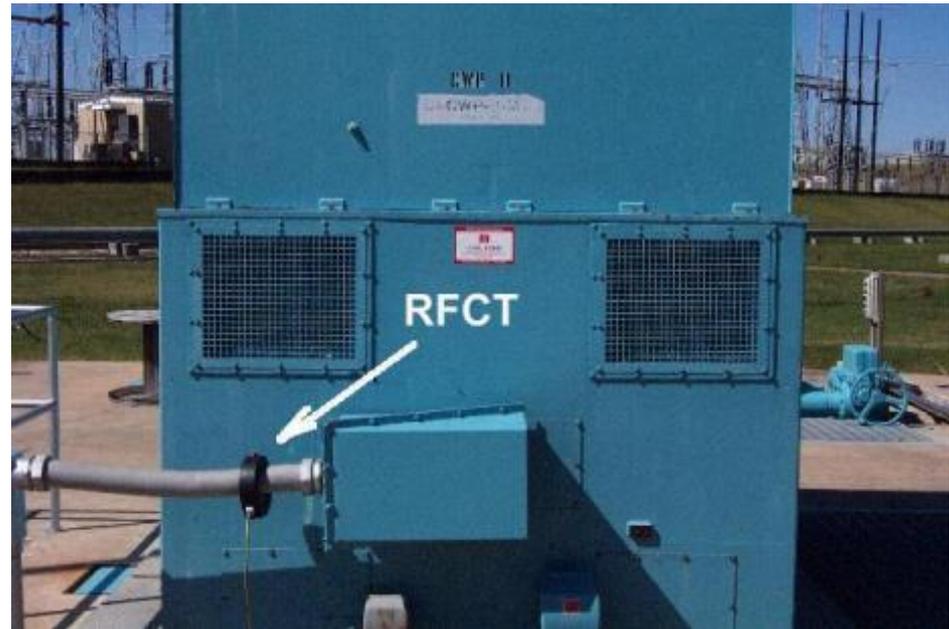
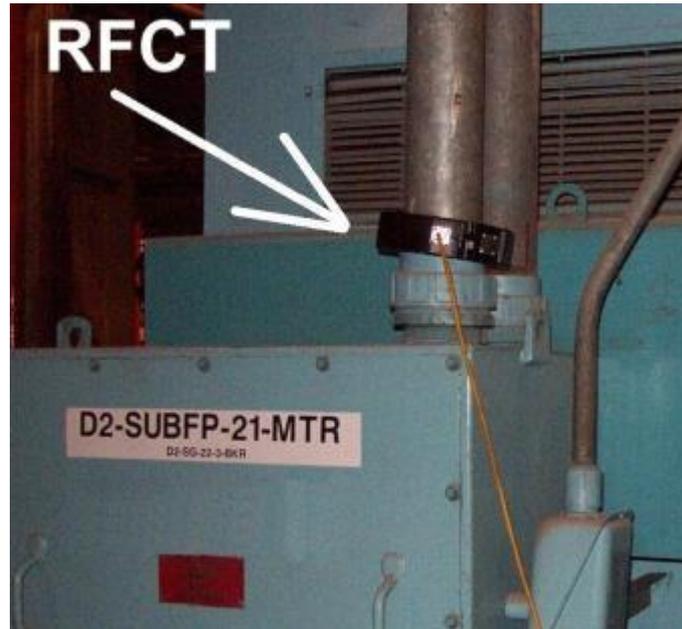
Tore HFCT placé sur la mise à la terre d'un générateur



Test EMI



Installation du tore HFCT sur le câble d'alimentation du moteur



Etudes de cas



TEST DP

Etude de cas #1



DP – Etude de cas #1



Générateur synchrone 30 MVA (14,7 kV)

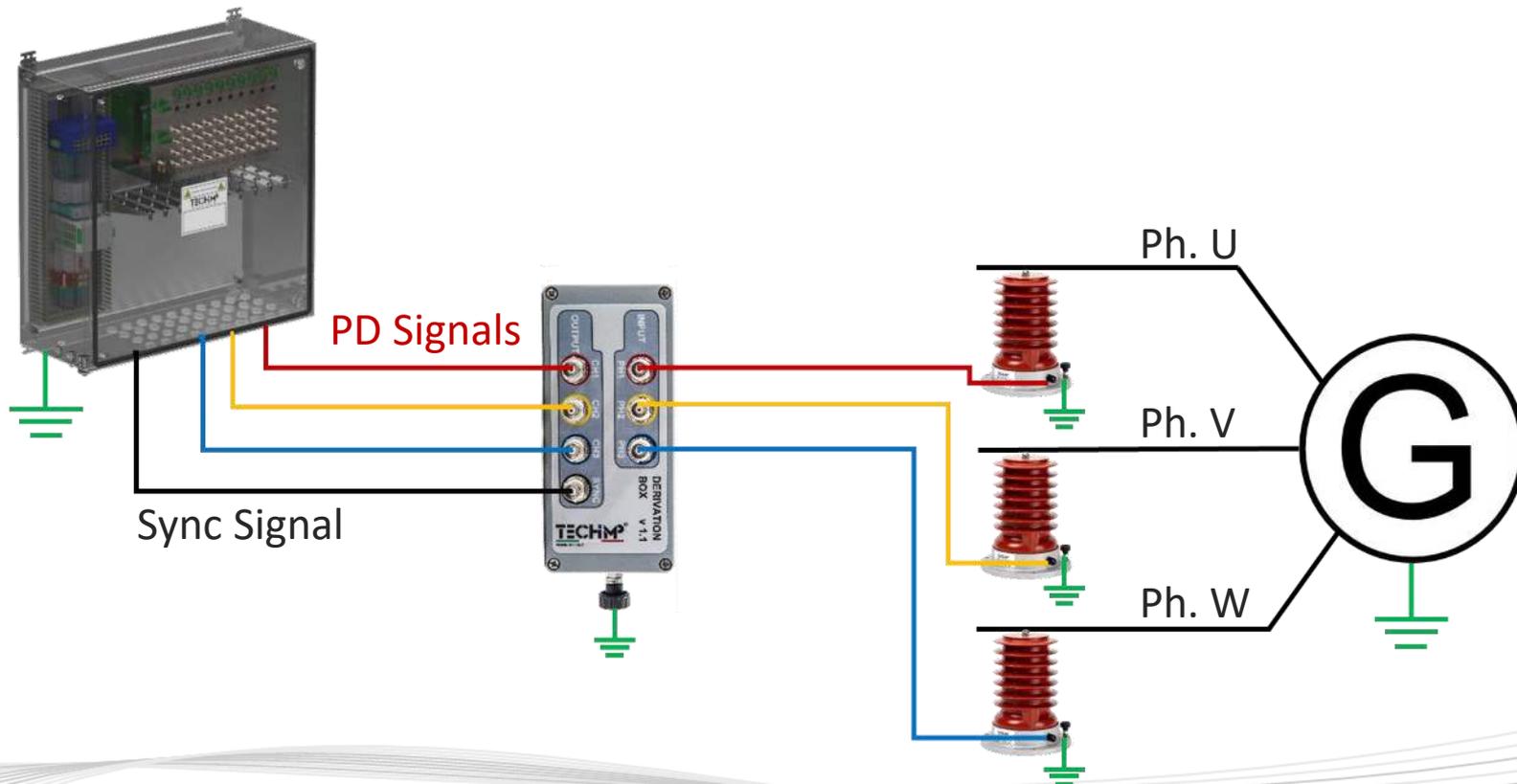
Installé dans une centrale de cogénération et entraîné par une turbine.

Le générateur a été fabriqué en 2009 et fonctionne depuis quotidiennement.

En 2017, une mesure ponctuelle de DP a mis en évidence des activités de DP entre une barre et la masse ainsi qu'une dégradation du revêtement semi-conducteur en sortie de fer sur les trois phases.

Une opération de maintenance a permis de supprimer les DP entre la barre et la masse. Un système de monitoring des DP a été installé pour suivre l'évolution de dégradation de l'alternateur.

DP – Etude de cas #1



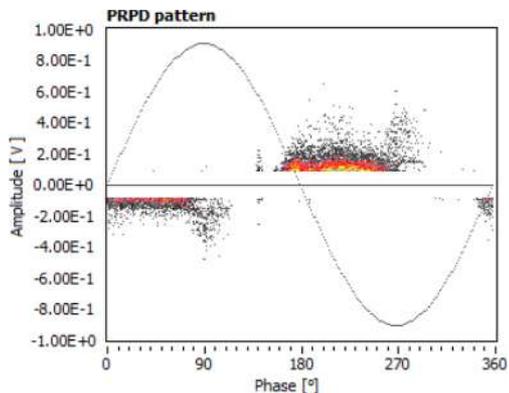
Suite à l'analyse de la première année de mesures de DP, une opération de maintenance a été enclenchée pour inverser le sens de câblage de l'alternateur afin d'abaisser le stress électrique aux défauts détectés (inversion du point neutre et de l'évacuation).

Cette action a réduit significativement l'amplitude des décharges partielles en sortie de fer (de 600 mV à 250 mV). Cette décision était nécessaire compte tenu de l'accroissement de l'amplitude des décharges (80-100%).

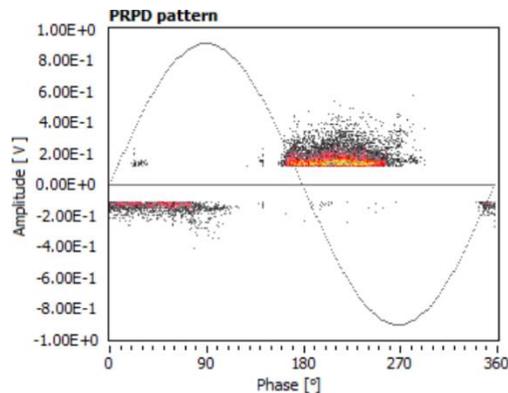
DP – Etude de cas #1



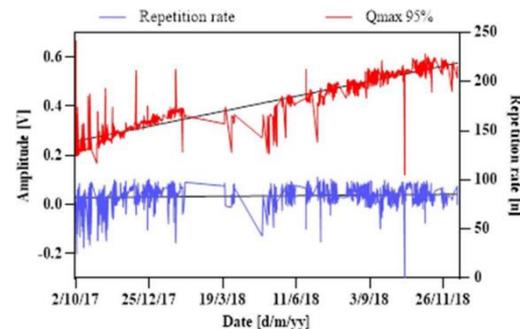
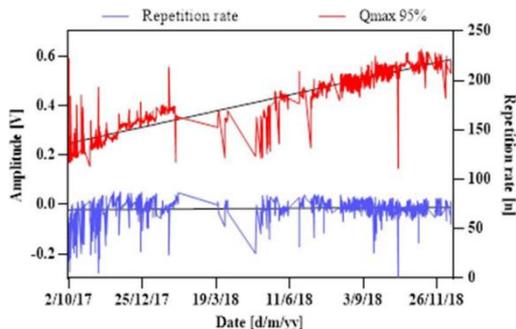
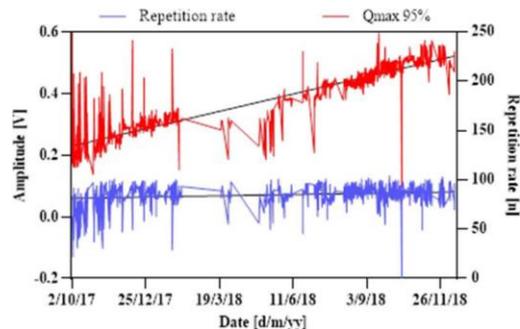
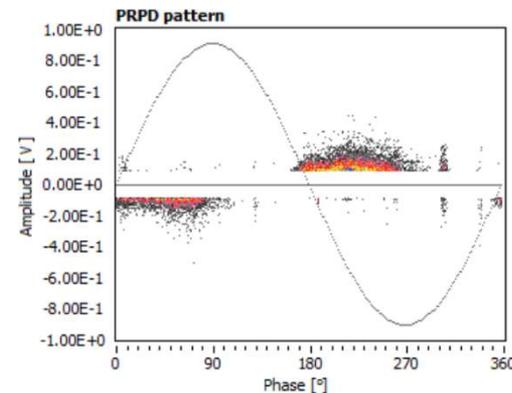
Phase U



Phase V



Phase W



Sans la mesure ponctuelle des DP avec la réparation du défaut et l'installation du système de monitoring puis le déclenchement de l'opération d'inversion du champ électrique des bobines, l'alternateur serait probablement en avarie aujourd'hui.

La présence du système de monitoring a permis de prolonger la durée de vie de l'actif. Une opération de maintenance lourde a été planifiée afin de remettre en état l'actif.

TEST DP

Etude de Cas #2

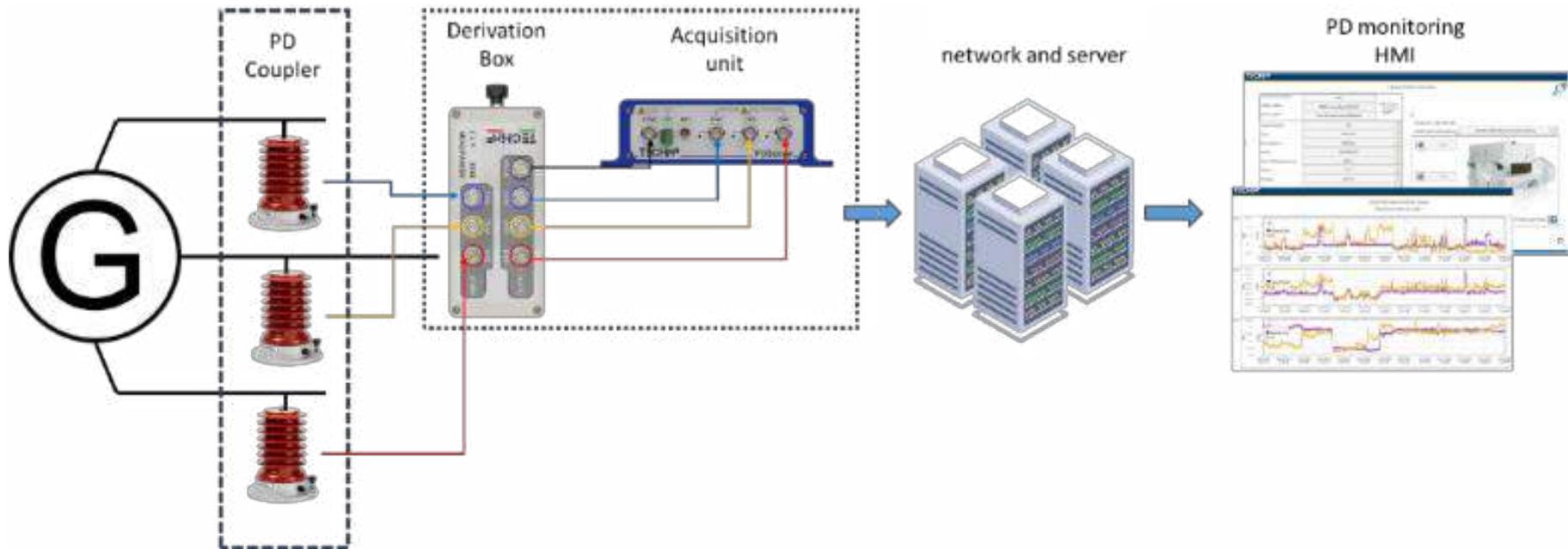
Parc moteur HTA synchrone et asynchrone

Installation de traitement d'air.

Un système de monitoring équipé de coupleurs capacitifs de 80 pF n'a pas détecté les phénomènes de PD dangereux en raison de la présence de nombreuses perturbations et diaphonies.

Le système a été upgradé avec une unité d'acquisition Techimp (16 kHz – 30 MHz) et les coupleurs capacitifs remplacés par des 1.2 nF avec un filtre passe bas à 3 MHz.

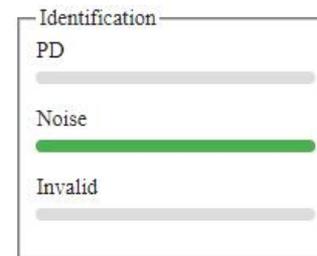
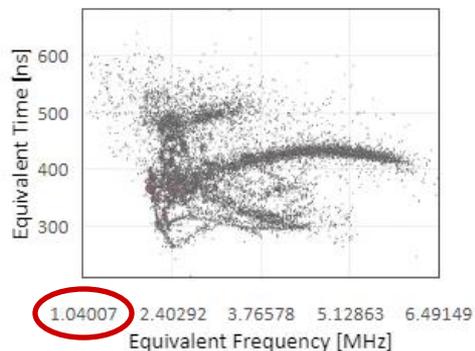
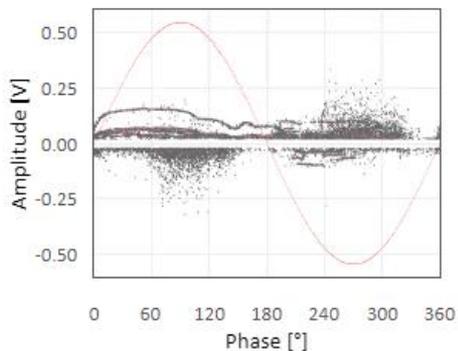
DP – Etude de cas #2



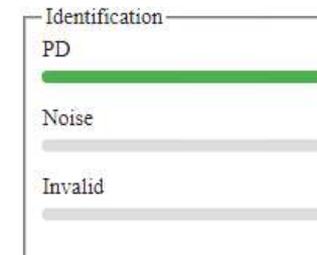
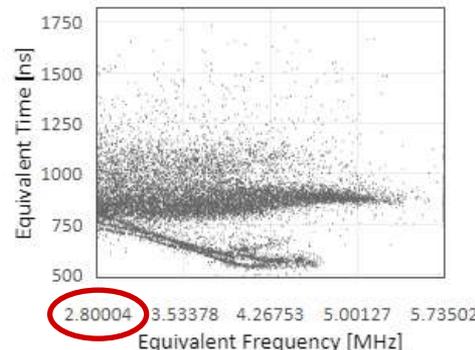
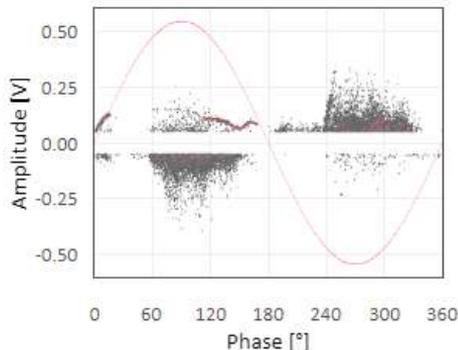
DP – Etude de cas #2



Grace à la fonction T-F Map, le bruit a été supprimé et les DP identifiées



The above automatic identification response must be confirmed by a PD specialist.

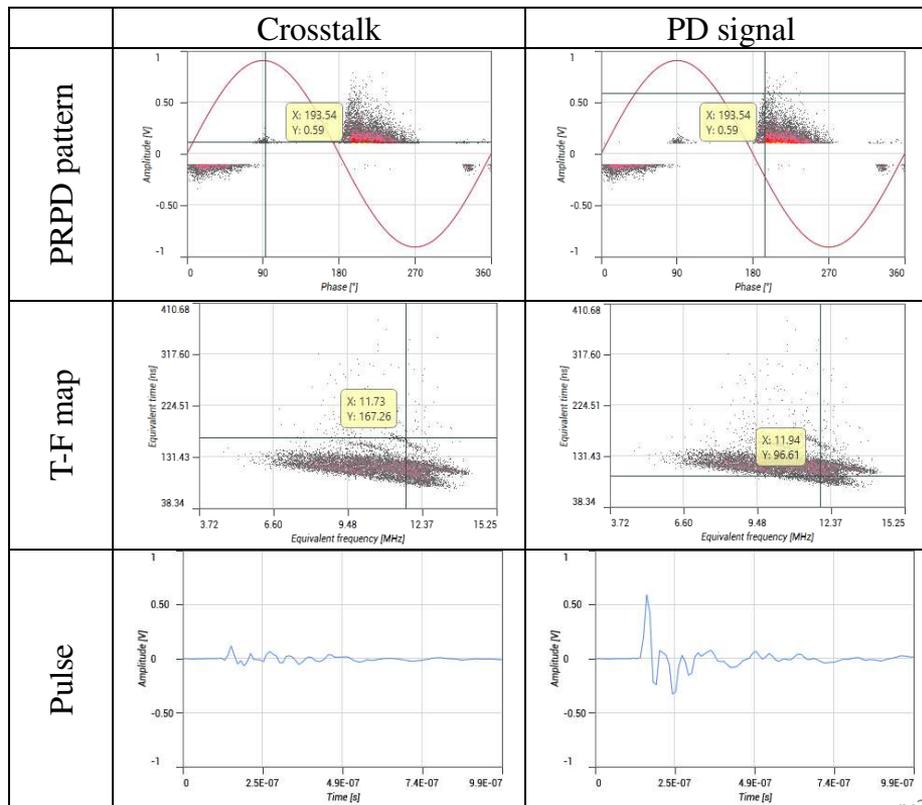


The above automatic identification response must be confirmed by a PD specialist.

DP – Etude de cas #2



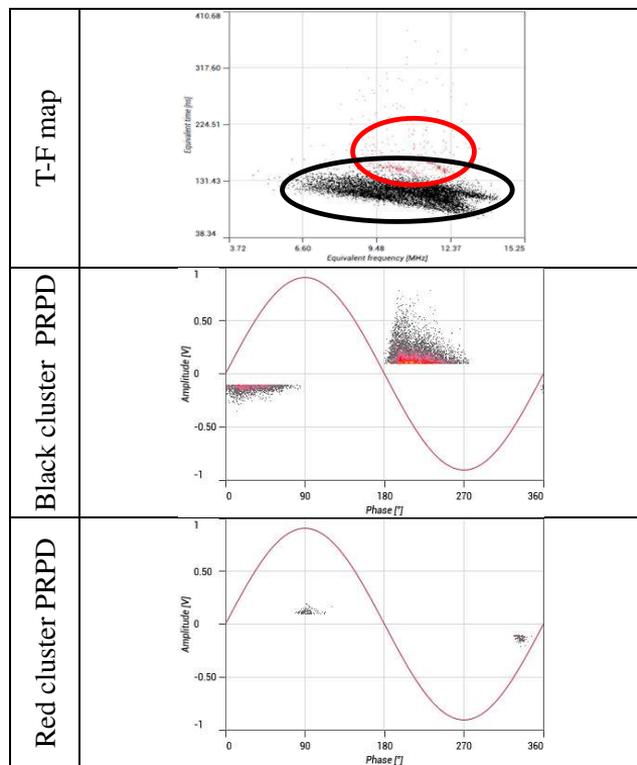
Séparation et identification des phénomènes.



DP – Etude de cas #2



Séparation et identification des phénomènes.



DP – Etude de cas #2



Lors d'une inspection visuelle des bobinages en atelier, des traces d'activité de DP ont pu être observés par la présence de poudre blanche (farinage) typique de l'érosion du mur isolant par des DP.



DP – Etude de cas #2



Lors de l'application de la tension d'essai, des arcs électriques ont pu être observés en sortie de fer.



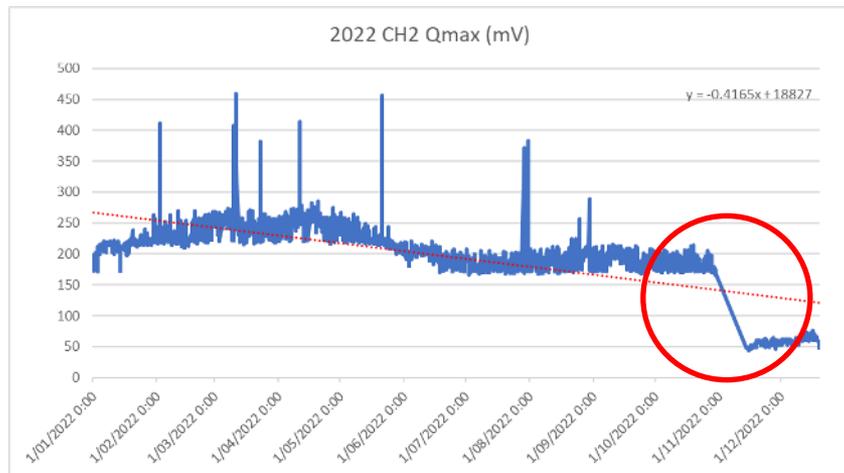
DP – Etude de cas #2



Le moteur a été nettoyé et les dommages de DP réparés.

La connexion du point neutre a été inversée afin de réduire le stress électrique sur les parties de bobinage dégradée.

Ces actions ont eu un effet significatif sur l'allongement de la vie de l'actif. L'amplitude des décharges à fortement diminuées.





**Merci pour votre attention.
Je me tiens à votre disposition pour répondre à vos questions**

Etienne DION

edion@doble.com

