

LIVRE BLANC



MAINTENANCE ÉLECTRIQUE INDUSTRIELLE

Un pilier de la performance
et de la sécurité





Par Sébastien MEUNIER, Responsable Maintenance Conditionnelle chez dB Vib Consulting

Assurer la fiabilité et la sécurité des infrastructures industrielles

Dans un monde où la performance industrielle repose sur des systèmes électriques de plus en plus complexes, la maintenance conditionnelle s'impose comme une réponse stratégique aux défis de fiabilité et de sécurité. Ce livre blanc explore comment des technologies avancées – de la thermographie infrarouge aux analyses ultrasonores et Ultra-TEV – révolutionnent la gestion des équipements électriques. En anticipant les défaillances et en optimisant les interventions, ces outils permettent non seulement de réduire les coûts, mais aussi de préserver la sécurité des installations et des opérateurs. Découvrez dans ces pages les clés pour transformer vos pratiques et maximiser la performance de vos infrastructures.

NOTRE GROUPE



Expert du bruit, des vibrations, de la maintenance conditionnelle et du traitement de l'air





Maintenance électrique industrielle : un pilier de la performance et de la sécurité

Dans l'industrie actuelle, les systèmes électriques sont au cœur des opérations, alimentant les équipements critiques et assurant la continuité des processus. Une défaillance électrique peut entraîner des arrêts de production coûteux, voire de graves incidents ou accidents. La maintenance des équipements électriques industriels est donc essentielle pour garantir la fiabilité, la sécurité et la performance des installations. La maintenance conditionnelle repose sur la surveillance de l'état des équipements pour prédire les défaillances avant qu'elles ne surviennent. Dans le cadre des installations électriques, cette approche est particulièrement efficace pour optimiser les performances et prévenir les incidents liés à des défaillances soudaines. Les technologies de diagnostic, telles que l'analyse des courants et tensions des moteurs électriques en statique (moteur à l'arrêt) et en dynamique (moteur en fonctionnement), la détection ultrasonore, la thermographie infrarouge, l'ultraviolet et les systèmes Ultra-TEV, sont aujourd'hui essentielles pour la détection des défauts à la fois en basse et haute tension.

Importance de la maintenance conditionnelle

Les équipements électriques, qu'ils soient en basse ou haute tension, subissent des contraintes mécaniques, électriques, thermiques et environnementales qui peuvent provoquer des dégradations invisibles à l'œil nu. Une panne dans un système électrique peut entraîner des arrêts de production coûteux et présente un risque d'incendie encore plus désastreux. Contrairement à la maintenance corrective, qui intervient après la défaillance, la maintenance conditionnelle permet d'anticiper les problèmes en surveillant les paramètres critiques des systèmes. Son processus suit plusieurs étapes en commençant par la collecte de données avec des outils adaptés, l'analyse de ces données, des prises de décisions et enfin des interventions si besoin.

Ses avantages sont nombreux et permettent la réduction des temps d'arrêts, l'allongement de la durée de vie des équipements ou encore l'optimisation des coûts de maintenance. La mise en œuvre de cette maintenance conditionnelle dans les installations électriques s'appuie sur plusieurs technologies de détection, chacune adaptée à un type de défaut spécifique. Cet article effectue une revue de ces différentes technologies.

La thermographie infrarouge

La thermographie infrarouge est une méthode incontournable dans la maintenance conditionnelle des installations électriques, aussi bien en basse qu'en haute tension. Les caméras de thermographie infrarouge permettent de visualiser la chaleur émise par les équipements et de repérer des "points chauds" causés par des surcharges, de mauvaises connexions ou des courts-circuits imminents. Une inspection régulière avec des caméras de thermographie infrarouge permet de détecter des anomalies thermiques sur les disjoncteurs, transformateurs, tableaux électriques, et câblages, facilitant ainsi les interventions avant que des incidents tels qu'un court-circuit ou un incendie ne surviennent. La maintenance électrique par thermographie infrarouge se conforme à des normes strictes pour garantir la sécurité des installations et du personnel. En France, les sociétés d'assurance demandent de respecter les préconisations de l'APSAD (D19) et du CNPP, qui encadrent les procédures de contrôle des installations électriques. Ces réglementations imposent notamment des vérifications thermographiques régulières pour éviter les surcharges et garantir la conformité des équipements aux normes de sécurité.

Bien que cette technologie soit la plus répandue pour la maintenance électrique, elle présente aussi des limites. La thermographie infrarouge ne peut détecter que les défauts liés à des élévations anormales de température. Les problèmes électriques non thermiques, comme certains défauts internes dans les équipements ou des connexions dégradées sans élévation thermique significative, peuvent passer inaperçus. De plus, la qualité des résultats dépend des conditions environnementales : les caméras thermiques peuvent être perturbées par des surfaces réfléchissantes, ou de fortes variations de température ambiante. Par conséquent, la thermographie infrarouge doit être utilisée en complément d'autres technologies de détection pour obtenir une évaluation complète des installations.

La détection ultrasonore

Les ultrasons peuvent aussi être utilisés pour détecter des défauts électriques, comme les décharges partielles, qui se produisent uniquement dans les systèmes à haute tension. Ces phénomènes provoquent des émissions ultrasonores qui peuvent être mesurées par des capteurs spécialisés. Cette méthode permet d'identifier des problèmes comme les effets Corona ou les décharges partielles électriques, arcs électriques ou les connexions desserrées. Cette technologie est particulièrement utile dans les environnements où les défauts ne se traduisent pas par une hausse de température, ou pour les cellules haute tension fermées et non munies de hublot IR, rendant le contrôle par thermographie infrarouge impossible. Les ultrasons sont à privilégier en complément de la thermographie infrarouge, pour détecter des défaillances précoces dans des systèmes haute tension ne générant pas d'augmentation de la température en surface. Par exemple, les décharges partielles ne génèrent pas une élévation thermique détectable à l'aide de caméras thermiques, mais elles émettent des signaux ultrasonores caractéristiques.

Les avantages des ultrasons incluent leur capacité à détecter des défauts dans des environnements bruyants ou difficiles d'accès. De plus, ils permettent de diagnostiquer des anomalies même si elles ne génèrent pas de chaleur. En revanche, cette technologie présente certaines limites : elle ne détecte que des émissions sonores, donc elle n'est pas adaptée aux défauts silencieux, comme des surcharges ou des courts-circuits sans arcs.

La technologie ULTRA-TEV

Les systèmes de détection Ultra-TEV (Transient Earth Voltage) sont spécifiquement conçus pour détecter des décharges partielles dans les équipements haute tension. Bien que non visibles, elles génèrent des perturbations électromagnétiques qui peuvent être mesurées par les capteurs TEV. Ce système détecte à la fois les signaux ultrasonores (décharges internes) et électromagnétiques, fournissant ainsi une évaluation complète des défauts internes aux équipements comme les transformateurs, les disjoncteurs ou les câbles enterrés. L'utilisation d'Ultra-TEV est particulièrement précieuse pour les inspections sans contact et en charge, offrant ainsi une surveillance en temps réel ou en continu sans interférer avec le fonctionnement normal des installations.

Il faudrait ici préciser dans quel cas cette technologie est à privilégier ou quels sont ses avantages et inconvénients. Cette technologie est à privilégier dans les environnements haute tension, où les décharges partielles sont des signes avant-coureurs de défaillances plus graves. Contrairement à la thermographie infrarouge, qui ne détecte que les anomalies thermiques, l'Ultra-TEV peut identifier des défauts internes qui ne provoqueront pas une hausse de température en surface.

L'Ultra-TEV offre plusieurs avantages. Tout d'abord, il permet une surveillance en temps réel des décharges partielles sans nécessiter l'arrêt des équipements, ce qui est particulièrement précieux pour les installations critiques où les interruptions de service sont coûteuses. Ensuite, cette technologie assure une détection précoce des défaillances, bien avant qu'elles ne deviennent visibles par d'autres méthodes. De plus, l'Ultra-TEV est polyvalent, car il détecte à la fois les émissions ultrasonores et électromagnétiques, fournissant ainsi une évaluation complète des anomalies internes dans les équipements haute tension.

Cependant, l'Ultra-TEV présente aussi quelques inconvénients. Il est particulièrement efficace pour les équipements haute tension, mais ne peut être utilisé pour les systèmes basse tension où les décharges partielles ne peuvent être présentes. De plus, dans certains environnements, l'interférence avec d'autres sources électromagnétiques ou équipements adjacents peut rendre l'interprétation des données plus complexe. Enfin, le coût élevé de ces systèmes peut en freiner l'adoption, notamment dans les petites installations ou les environnements moins critiques.

Par rapport à d'autres technologies comme la thermographie infrarouge ou les ultrasons, l'Ultra-TEV excelle dans la détection précoce des défauts internes aux systèmes haute tension. Cependant, pour une évaluation complète, il est souvent utilisé en complément d'autres technologies, afin d'assurer une couverture totale des différents types de défaillances qui peuvent affecter les installations électriques.

L'Inspection ultraviolet (UV)

La détection par ultraviolet est particulièrement utile pour identifier les décharges corona et les arcs électriques qui se produisent dans les systèmes haute tension. Le phénomène corona, souvent précurseur de défaillances majeures, émet une lumière UV invisible à l'œil nu. Les caméras UV capturent ces émissions et permettent de localiser précisément les zones endommagées, comme les isolateurs défectueux ou les jonctions détériorées. En complément de la thermographie infrarouge, cette méthode assure une détection fiable des dégradations électriques avant qu'elles ne s'aggravent. La technologie UV est à privilégier dans les environnements haute tension, où le phénomène corona peut être présent (contrairement à la basse tension), notamment dans les réseaux de distribution électrique, les sous-stations et les lignes à haute tension. Elle est indispensable pour inspecter les équipements exposés aux intempéries, aux saletés ou à l'humidité, qui favorisent le développement du phénomène corona. Dans ces cas, une détection précoce des décharges électriques par UV permet de prévenir les défaillances majeures telles que les incendies ou les interruptions de service. La détection par ultraviolet est à privilégier pour surveiller les phénomènes de décharges corona dans les systèmes haute tension. Cependant, elle doit être utilisée en complément d'autres technologies de maintenance conditionnelle, comme la thermographie infrarouge, pour une inspection complète et fiable des installations électriques.



L'analyse de données électriques des moteurs

Une analyse complète des données des moteurs électriques permet l'amélioration de la fiabilité des moteurs. Grâce à des systèmes de technologie avancée, il est possible de faire des tests statiques et dynamiques afin de contrôler les équipements électriques. L'analyse des 6 zones de défaut suivantes permet un diagnostic complet de l'état de santé des moteurs. Faillir à l'étude d'une seule de ces zones pourrait empêcher de détecter correctement un défaut et par conséquent perdre tous les avantages liés à une politique de maintenance prédictive.

Les six zones de défaut sont :

- La qualité de l'alimentation.
- Le circuit d'alimentation.
- L'isolation.
- Le stator.
- Le rotor.
- L'excentricité.

L'analyse vibratoire est un outil complémentaire crucial dans le diagnostic des moteurs électriques. Alors que l'analyse électrique détecte les défauts internes du moteur, comme les problèmes d'isolation ou de rotor, l'analyse vibratoire permet de surveiller les défauts mécaniques tels que le désalignement, l'usure des roulements, ou l'excentricité du rotor. En combinant les données des deux méthodes, on obtient une image plus complète de l'état du moteur. Par exemple, une vibration excessive pourrait indiquer un désalignement ou un problème de roulements, tandis que l'analyse électrique pourrait confirmer un défaut dans l'alimentation ou l'isolation. En utilisant ces deux technologies conjointement, il devient possible de réduire les risques de pannes non détectées et d'optimiser les programmes de maintenance conditionnelle.

En conclusion, l'analyse électrique des moteurs, associée à l'analyse vibratoire, offre une approche holistique de la maintenance conditionnelle. Bien que chaque technologie ait ses propres limites, leur complémentarité permet une détection plus précise des défauts, augmentant ainsi la fiabilité des équipements tout en minimisant les coûts liés à la maintenance corrective.

La maintenance conditionnelle des installations électriques représente une avancée majeure pour la fiabilité et la sécurité des infrastructures industrielles. En combinant des outils de détection comme les ultrasons, la thermographie infrarouge, les inspections UV et les systèmes Ultra-TEV, les entreprises peuvent non seulement prévenir les pannes, mais également optimiser leurs opérations et réduire leurs coûts de maintenance. L'adoption de ces technologies permet d'assurer un suivi dans le temps précis des équipements, garantissant ainsi des performances optimales et une bonne maîtrise des risques pour la sécurité des biens et des personnes.

Sébastien MEUNIER
Responsable Maintenance Conditionnelle chez dB Vib Consulting