



## Pratiques d'entretien préventif d'équipement électrique recommandées

### Bulletin sur l'entretien de l'équipement

HSB Canada, part of Munich Re, is a technology-driven company built on a foundation of specialty insurance, engineering and technology, all working to drive innovation in a modern world, to keep you ahead of risk.

Les Pratiques d'entretien préventif d'équipement électrique recommandées par HSB visent la prévention des problèmes les plus fréquents responsables des bris d'équipement électrique. Tout en s'inspirant de plusieurs sources, tel qu'indiqué dans la norme elle-même, ces pratiques couvrent quatre aspects essentiels de l'entretien de l'équipement électrique. L'appareillage électrique doit être **PROPRE, FRAIS, SEC et ADÉQUATEMENT SERRÉ**.

**PROPRE :** Les salles réservées à l'appareillage et à l'équipement électriques doivent être propres et exemptes de poussière et de saletés excessives. Visiblement, on tient compte de l'environnement normal concernant l'emplacement et le type d'équipement installé. Les salles d'équipement ne doivent pas servir de lieu d'entreposage et l'accès devrait en être réservé au personnel affecté au fonctionnement et à l'entretien. L'éclairage doit être adéquat pour permettre d'assurer le fonctionnement et l'entretien correctement et de façon sécuritaire.

**FRAIS :** Une accumulation excessive de chaleur dans les coffrets renfermant l'appareillage électrique et dans les salles d'équipement peut être dommageable pour l'équipement. Conducteurs et appareillage sont conçus pour des charges calorifiques maximales précises. Dépasser ces charges maximales entraînera un mauvais fonctionnement de l'équipement et en réduira la durée de vie. Pour éviter une accumulation excessive de chaleur, les salles d'équipement doivent rester fraîches. Là où ils sont installés, les ventilateurs de refroidissement sur l'équipement doivent être entretenus convenablement pour fournir un refroidissement adéquat. De plus, les prises d'air de ventilation des coffrets doivent être propres et non obstruées. Les filtres installés doivent être remplacés ou nettoyés régulièrement, selon les recommandations du fabricant.



**SEC :** Une exposition constante à l'humidité ainsi que le contact direct avec l'eau peuvent entraîner un bris ou réduire la durée de vie de l'équipement. Les salles d'équipement doivent rester sèches et l'équipement doit être protégé de l'humidité. Si vous notez la présence d'humidité, vérifiez et réparez l'équipement, et éliminez la source d'humidité.

## ADÉQUATEMENT SERRÉ :

Les bris d'équipement électrique sont fréquemment attribuables à des connexions desserrées. La partie la plus importante de tout programme d'entretien d'équipement électrique porte sur les mesures pour assurer que toutes les connexions sont bien entretenues et serrées. Il convient de suivre toute directive du fabricant relative au resserrement des connexions. L'imagerie infrarouge est un moyen efficace pour détecter les connexions desserrées et devrait faire partie d'un programme d'entretien électrique complet.

Comme pour toute norme d'entretien d'équipement, HSB recommande de respecter en premier les exigences réglementaires en vigueur, puis les recommandations des fabricants. À tout le moins, HSB recommande d'effectuer un entretien électrique préventif tous les trois ans. Si les conditions le justifient, l'entretien doit être plus fréquent. Un programme d'entretien efficace repose sur un entretien adéquat et ponctuel, effectué par un personnel d'entretien qualifié et compétent.

## Introduction

Chaque année, les bris d'équipement électrique causent des dommages et des pertes d'exploitation évalués à des millions de dollars. À mesure que l'infrastructure électrique de notre pays vieillit, ce problème empirera si aucune mesure n'est prise pour stopper la tendance. Fait ironique, un programme d'entretien préventif ponctuel peut éviter plus des deux tiers des bris d'équipement électrique. Des études révèlent que le taux de bris d'équipement électrique est trois fois plus élevé pour les composants non soumis à un programme d'entretien préventif régulier. De plus, un programme d'entretien préventif

électrique (EPE) permet au propriétaire de l'équipement de décider de l'arrêt du système au moment choisi au lieu d'avoir à corriger des problèmes majeurs résultant d'une panne toujours inopportun.

La présente norme vise à recommander à l'assuré les pratiques et les fréquences constituant un programme d'entretien préventif électrique ponctuel. Tous les travaux liés aux systèmes d'alimentation électrique et aux appareils devraient être effectués selon les instructions des fabricants et les pratiques industrielles reconnues. Dans tous les cas, il convient de respecter des pratiques de travail sécuritaires afin de protéger le personnel concerné. Veuillez consulter la liste des normes citées à la fin du présent guide.

## Fréquence de l'EPE

En général, HSB recommande d'effectuer un entretien préventif régulier de l'équipement électrique au moins une fois tous les trois ans. S'il y a lieu, cette norme indiquera les composants qui nécessitent un entretien plus fréquent pour un fonctionnement fiable.

Certains emplacements peuvent nécessiter un entretien plus fréquent à cause de l'environnement physique ou de la nature opérationnelle de l'équipement. Par exemple, les milieux hostiles où l'on note la présence d'humidité ou de poussière excessive devraient être soumis à un entretien plus fréquent. Pareillement, on doit soumettre à un programme plus fréquent l'équipement utilisé de façon intermittente ou l'équipement essentiel à un processus clé. Un jugement éclairé permettra de déterminer la fréquence de l'entretien requise.

## Pratiques d'entretien recommandées

Les sections qui suivent sont réparties par type d'équipement. Pour chaque élément, une pratique minimale d'entretien préventif est recommandée. S'il y a lieu, on suggérera des pratiques supplémentaires en vue d'un programme d'EPE plus exhaustif.

## Appareillage de connexion

### Coffrets

Il est important de s'assurer que les panneaux, portes et structures des coffrets sont bien entretenus conformément aux spécifications du fabricant. Durant l'entretien hors tension, les coffrets doivent être débarrassés de toutes saletés à l'aide d'un aspirateur. Il n'est pas recommandé d'utiliser de l'air comprimé pouvant incruster des particules étrangères dans l'isolant ou endommager les isolateurs. Si certaines saletés ou polluants résistent à l'aspirateur, utilisez des chiffons non pelucheux et des solvants de dégraissage recommandés par le fabricant.

Tous les événements et les grilles de ventilation doivent être débarrassés de toute accumulation de poussière et de saletés. Veuillez vous assurer que les prises d'air de ventilation ne sont pas obstruées. Tous les joints installés doivent être réparés ou remplacés au besoin. Toutes les portes et panneaux de service en fonction devraient être sécurisés. S'il existe des éléments chauffants, ils doivent être nettoyés, inspectés en vue de détecter tout dommage ou détérioration, puis mis à l'essai. Réparez ou remplacez les éléments chauffants, s'il y a lieu.

Dans les milieux soumis à des conditions extrêmes, les coffrets doivent faire l'objet d'un entretien plus fréquent.

La plupart des appareillages extérieurs de connexion à haute tension sont dotés de modules chauffants pour réduire l'humidité et la condensation. Durant l'entretien, il convient d'en vérifier le fonctionnement.

Les salles d'équipement électrique doivent être constamment exemptes de toute accumulation de saletés. Les portes et les fenêtres doivent toujours fonctionner adéquatement et rester fermées durant le nettoyage de routine. Les portes d'accès devraient afficher un message clair pour



prévenir le personnel que du matériel électrique sous tension est en cours d'utilisation. Là où on utilise de la ventilation ou de la climatisation, tous les moteurs doivent être nettoyés et inspectés pour détecter usure et détérioration.

Les pales de ventilateur et les ouvertures de ventilation doivent être exemptes de saleté et les roulements,

lubrifiés adéquatement. Les filtres doivent être nettoyés et remplacés selon les recommandations du fabricant ou plus souvent, si nécessaire. Les salles d'équipement électrique ne devraient jamais servir de lieu d'entreposage.

Les salles d'équipement électrique doivent être inspectées pour détecter tout signe de résurgence d'eau, tout comme la partie supérieure des coffrets d'équipement électrique qui constitue une entrée courante souvent ignorée jusqu'à ce qu'un bris se produise. La source d'eau devrait être immédiatement déterminée et les corrections apportées pour régler le problème de façon définitive.

### Isolateurs, supports et connecteurs

Inspectez les isolateurs et les supports de conducteurs pour détecter fissures, bris, dommages physiques ou détérioration. Nettoyez toute saleté à l'aide de chiffons non pelucheux. Pour les agents de contamination difficiles à enlever, utilisez des solvants approuvés par le fabricant. Détectez les traces d'humidité pouvant entraîner un cheminement ou embrasement éclair en cours de fonctionnement. Inspectez les environs afin de détecter des signes de cheminement, de décharge électrostatique ou de surchauffe. Réparez ou remplacez les matériaux isolants et les supports défectueux.

Inspectez tous les boulons et dispositifs de connexion pour détecter les signes de détérioration, de corrosion ou de surchauffe. Assurez-vous que les boulons et les dispositifs de connexion sont serrés, selon les spécifications du fabricant. Prenez garde de ne pas serrer excessivement boulons et dispositifs de connexion puisque les isolateurs se brisent facilement et sont difficiles à

remplacer. Lorsque conducteurs et connecteurs en cuivre ou en aluminium sont utilisés ensemble, inspectez les connexions pour détecter toute action galvanique. Assurez-vous que les connecteurs sont utilisés adéquatement et installés selon les spécifications du fabricant. Appliquez un composé antioxydant sur toutes les connexions cuivre à l'aluminium.

### Conducteurs

Inspectez l'isolant électrique afin d'y détecter toute déterioration, fissure, écaillement ou surchauffe. Inspectez toutes les connexions pour détecter les connecteurs fissurés ou brisés ainsi que les signes de surchauffe, de cheminement ou de formation d'air. Assurez-vous que tous les conducteurs sont propres et secs. Inspectez, nettoyez et resserrez les connexions selon les recommandations du fabricant.

## Disjoncteurs à air

### Isolement

Retirez et nettoyez les cloisons interphasées. Nettoyez tous les matériaux isolants à l'aide d'un aspirateur ou de chiffons non pelucheux. Si nécessaire, utilisez uniquement les solvants recommandés par le fabricant. Effectuez une inspection en vue de

détecter des signes de couronne, de cheminement, de formation d'air ou de dommages thermiques ou matériels. Assurez-vous que l'isolant électrique est propre et sec.

### Contacts

Assurez-vous que tous les contacts sont propres, lisses et bien alignés, et que les pressions de ressort sont entretenues selon les spécifications du fabricant. Sur les contacts d'argent, la décoloration n'est habituellement pas nocive à moins qu'elle ne soit causée par des dépôts isolants. Nettoyez les contacts d'argent avec de l'alcool ou un produit de nettoyage pour l'argent à l'aide d'un chiffon non abrasif.

Fermez le disjoncteur manuellement afin de vérifier qu'il est bien nettoyé, que l'alignement et la pression du contact sont bons et que tous les contacts se font à peu près au même moment. Si possible, effectuez un test de résistance des contacts pour en déterminer la qualité.

Les disjoncteurs plus vieux qui sont munis de contacteurs au carbone nécessitent en général très peu d'entretien. Inspectez-les pour en vérifier la pression et détecter des signes de déterioration ou de dégauchissement excessif, nuisibles au bon fonctionnement.

Les contacts amovibles du disjoncteur et les contacts fixes situés dans la cabine de distribution doivent être nettoyés et inspectés pour détecter surchauffe, problème d'alignement et ressorts brisés ou affaiblis. Enduisez les surfaces des contacts de lubrifiant à contact pour faciliter l'accouplement (voir recommandations du fabricant).

### Interrupteurs d'arc

Nettoyez tous les matériaux de céramique et recherchez les traces d'humidité pour vous assurer que les assemblages sont propres et secs. Recherchez les pièces fissurées ou brisées. Les dépôts de saletés ou d'arc peuvent être éliminés à l'aide d'un léger sablage - n'utilisez pas de toile d'émeri ou de brosse métallique qui peuvent laisser des résidus conducteurs. Réparez ou remplacez, s'il y a lieu.

Nettoyez les boîtiers de soufflage des saletés et poussières. Le fabricant peut recommander une vérification de la qualité diélectrique des séparations d'arc. Vérifiez le fonctionnement du soufflet d'air.

### Mécanisme de manœuvre

Effectuez un examen afin de détecter des pièces desserrées, brisées, usées ou manquantes (consultez le diagramme schématique du fabricant pour connaître les pièces requises). Décelez toute usure excessive des pièces mobiles. Assurez-vous que les mécanismes de manœuvre fonctionnent correctement sans ligature, suspension ou retardement. Assurez-vous que la lubrification est conforme aux spécifications du fabricant. Assurez-vous également que les mécanismes sont propres, bien lubrifiés et que boulons et vis sont bien bloqués. Effectuez les réparations ou les remplacements nécessaires.



## Dispositifs auxiliaires

Inspectez le fonctionnement et la condition générale des dispositifs de manœuvre. Assurez-vous que tous les dispositifs indicateurs sont pleinement fonctionnels et bien réglés. Les dispositifs de relais de protection et les dispositifs de déclenchement des disjoncteurs doivent être inspectés et testés selon les spécifications du fabricant et les normes de l'industrie.

## Disjoncteurs à vide

Tout l'entretien est similaire à celui effectué sur les disjoncteurs. Comme à l'habitude, il est recommandé de consulter les recommandations du fabricant pour l'entretien et les procédures d'essai.

L'intégrité de la chambre à vide est souvent vérifiée par un test de voltage sur les contacts à découvert du disjoncteur. Comme ce test peut s'avérer destructif, HSB ne le recommande pas.

*Attention : Comme cette procédure peut produire des émissions de rayons X, le personnel d'entretien devrait se tenir à distance du disjoncteur durant le test. Il est important de suivre de près les procédures recommandées par le fabricant si vous effectuez ce test afin d'obtenir les résultats appropriés. L'écran de protection des vapeurs du disjoncteur peut accumuler des charges électrostatiques durant ce test. Assurez-vous de le décharger immédiatement après le test.*

## Sectionneur à l'air

Inspectez et nettoyez les isolateurs et les conducteurs tout comme les disjoncteurs. Serrez les connexions conformément aux spécifications du fabricant; prenez garde de ne pas trop les serrer pour ne pas endommager les connecteurs.

N'utilisez que les solvants recommandés par le fabricant. Dans le cas de conditions défavorables, augmentez la fréquence des inspections et du nettoyage.



Vérifiez le fonctionnement des lames à arc, au besoin, et assurez-vous de bien essuyer les contacts principaux. Inspectez les raccordements interphases et les tiges de fonctionnement pour vous assurer que le raccordement n'est pas déformé et que toutes les fixations sont sécurisées. Surveillez la position du loquet du commutateur au raccordement de commande d'interrupteur sur tous les interrupteurs fermés pour vérifier si l'interrupteur est barré mécaniquement, en position fermée. Actionnez l'interrupteur manuellement à plusieurs reprises pour vous assurer qu'il fonctionne bien; s'il est électrique, actionnez-le ensuite par moteur. Assurez-vous que toutes les pièces mobiles sont bien sécurisées et lubrifiées selon les spécifications du fabricant.

On recommande d'effectuer des tests de résistance de contact sur chaque contact de phase. Consignez et

analysez les résultats pour vous assurer que le contact se fait adéquatement. Si la résistance de contact de l'interrupteur dépasse les minima recommandés, réparez ou remplacez l'interrupteur immédiatement.

## Disjoncteurs à l'huile

### Extérieur

Examinez le coffret pour détecter les fuites d'huile. Nettoyez les assemblages de traversées externes et vérifiez les signes de détérioration et de cheminement ainsi que les pièces lâches ou brisées. Examinez également la jauge d'huile pour vous assurer qu'elle fonctionne bien et qu'elle mesure le niveau d'huile avec précision.

### Test d'huile isolante

Effectuez un test d'écran diélectrique du liquide isolant. Selon les résultats obtenus, filtrez ou changez l'huile. Une teneur élevée en carbone peut révéler une usure des contacts et requiert un examen plus poussé.

### Intérieur

Puisque les contacts des disjoncteurs à l'huile sont difficilement accessibles pour inspection, testez à tout le moins la résistance du contact.

Un entretien plus en profondeur des contacts, exigeant de drainer l'huile et de renverser le réservoir, est de ce fait beaucoup moins fréquent. Fiez-vous au calendrier du fabricant concernant l'examen des composantes internes telles que les contacts. Ouvrez le disjoncteur et vérifiez l'usure et la détérioration des contacts. Détectez les pièces lâches, brisées ou manquantes dans les raccordements et réparez ou remplacez, tel que requis.

## Dispositifs auxiliaires

Les mécanismes de manœuvre doivent être entretenus tout comme les disjoncteurs à air. Lorsque pertinent, vérifiez l'état des indicateurs de niveau d'huile, voyants de liquide, conduites d'huile, joints et treuils de réservoirs. Réparez ou remplacez, tel que requis conformément aux recommandations du fabricant.

Vérifiez si les assemblages d'étouffement d'arcs contiennent des dépôts de carbone ou d'autres polluants et nettoyez conformément aux recommandations du fabricant.

## Disjoncteurs à boîtier moulé

Les disjoncteurs à boîtier moulé doivent toujours être propres pour assurer une ventilation adéquate. Ce type de disjoncteurs est habituellement déclenché par un élément thermal sensible aux hausses de température provoquées par des appels de courant excessifs. Toutefois, si la poussière s'accumule autour du disjoncteur, l'accumulation de chaleur peut ne pas se dissiper adéquatement et déclencher des perturbations.

Nettoyez le boîtier et vérifiez les fissures et les signes de surchauffe. Resserrez toutes les connexions. Activez plusieurs fois le disjoncteur pour vous assurer que le mécanisme fonctionne librement et pour essuyer les contacts.

Faites un essai électrique des déclenchements des disjoncteurs à plus gros rendement (225 ampères et plus) pour vous assurer que les éléments et les raccordements de déclenchement fonctionnent adéquatement. Référez-vous à la dernière édition du «Standard AB4, Procedures for Verifying Field Inspections and Performance Verification of Molded-Case Circuit Breakers» de l'association américaine

National Electrical Manufacturer's Association (NEMA). Si possible, testez la résistance des contacts pour vérifier la qualité des contacts des disjoncteurs.

Utilisez un aspirateur pour débarrasser tous les panneaux des disjoncteurs à boîtier moulé des saletés, de la poussière et des débris.

## Batteries et chargeurs

### Batteries

Pratiques à effectuer **mensuellement :**

- Nettoyez à fond toutes les surfaces des batteries pour enlever les accumulations de poussière et de saleté. Nettoyez et resserrez tous les raccordements des bornes. Utilisez du bicarbonate de soude pour faire disparaître toute rouille des bornes des batteries.
- Nettoyez les bornes des batteries et les extrémités des câbles. Si les extrémités des câbles torsadés sont corrodées, coupez les extrémités ou séparez les torsades et nettoyez à l'intérieur.

- Lorsqu'il y a lieu, vérifiez les niveaux d'électrolyte et la densité relative. Des variations de plus de cinquante (50) points entre les cellules peuvent signaler une défectuosité des cellules.

### Chargeurs

– Pratiques à effectuer **mensuellement :**

- Enlevez toutes les poussières et saletés sur les chargeurs. Nettoyez toutes les bouches d'évent et assurez-vous que rien ne les obstrue.
- Vérifiez la tension des bornes et des raccordements. Vérifiez le fonctionnement de tous les relais, voyants et autres dispositifs indicateurs.
- Si toutes les cellules sont faibles, vérifiez le fonctionnement du chargeur. Si les niveaux d'électrolytes sont bas, comparez le calibrage du régime du chargeur aux spécifications du fabricant. Des niveaux toujours bas peuvent indiquer que le régime du chargeur est trop rapide.



## Tests de charge

En plus des inspections précédentes, certains tests peuvent révéler si la batterie répond aux spécifications du fabricant, si elle fonctionne adéquatement ou même si elle répond aux exigences du système. En général, on devrait soumettre la batterie à un test de performance dans les deux premières années de son installation, et répéter le test tous les cinq ans.

## Sûreté de fonctionnement

**Mise en garde :** En cours de chargement, certaines batteries émettent des gaz explosifs. Ne laissez jamais de batteries en cours de chargement à proximité de flammes nues ou d'étincelles. Les salles d'accumulateurs doivent être bien ventilées et il doit y être interdit de fumer.



## Câbles électriques et barres omnibus

Les câbles doivent être hors tension s'ils doivent être manipulés ou déplacés aux fins d'entretien.

## Câbles dans les chambres de raccordement

**Mise en garde :** Vérifiez la présence de gaz toxiques à l'aide d'un analyseur correctement étalonné avant de pénétrer dans un espace confiné tel qu'une chambre de raccordement.

Vérifiez la présence de coudes à petit rayon, dommages matériels, tension excessive, fuites d'huile, fosses, mouvement de câbles, points faibles, gaines craquées, d'ignifugation inadéquate, de mises à la terre inadéquates et de supports de câbles détériorés, corrodés ou affaiblis. Vérifiez l'usure aux points d'entrée et sur les supports. Dans la chambre de raccordement, vérifiez si le béton est effrité, la ventilation adéquate, s'il y a des fuites excessives et si la porcelaine est fissurée ou ébréchée.

Vérifiez l'intégrité de la chambre de raccordement et de l'installation de mise à la terre. S'il y a lieu, vérifiez la protection cathodique de la chambre de raccordement. On devra apporter les mesures correctives nécessaires pour maintenir l'intégrité de tous ces systèmes.

## Câbles aériens

Vérifiez l'usure ou la détérioration des supports, l'usure des points d'appui et les dommages mécaniques découlant de la vibration. Aux bouts-morts, vérifiez l'isolation des câbles, les coudes tranchants et les fissures.

## Chemins de câbles

Vérifiez le support mécanique des chemins de câbles et des câbles de même que l'isolation pour détecter l'abrasion ou les fissures aux points de support. Vérifiez si les connexions aux joints des chemins de câbles sont propres et serrées.

## Barres blindées

Les couvercles des joints des barres blindées doivent être retirés pour permettre une étude thermographique des barres sous tension sous la charge. Après avoir éteint et mis à la terre la barre blindée, vérifiez si les connexions sont bien serrées et vérifiez les traces de surchauffe, de

corrosion, de formation d'arc ou toute autre forme de détérioration. Toutes les connexions lâches ou sales doivent être nettoyées et serrées correctement mais sans excès. Consultez les recommandations du fabricant pour l'entretien et le degré de serrage. Vérifiez le dessus des boîtiers des barres blindées pour découvrir toute trace d'eau ou d'autre corps étranger pouvant contaminer la barre blindée.

## Test

Il est suggéré de soumettre câbles et barres à des tests de résistance d'isolement et d'indice de polarisation. Consignez ces tests pour suivre l'évolution de la détérioration de l'isolement des câbles.

## Transformateurs

Consignez régulièrement les données (lectures de voltage, courant et température) relatives aux transformateurs pour en évaluer le fonctionnement. Les indicateurs de crête, ou ligne rouge, doivent être consignés et réinitialisés. Les lectures hebdomadaires peuvent fournir des renseignements importants quant à la charge requise pour le transformateur avant d'augmenter cette charge.

## Transformateurs secs

Après avoir déchargé et mis à la terre le transformateur, nettoyez bobines, connexions et isolateurs à l'aide d'un aspirateur. Vérifiez les traces de surchauffe, détérioration, formation d'arc, de parties lâches ou brisées ou toute autre condition inhabituelle. Assurez-vous que toutes les connexions sont serrées conformément aux recommandations du fabricant. Nettoyez les boîtiers et assurez-vous que les ouvertures de ventilation ne sont pas obstruées. S'il y a lieu, vérifiez le fonctionnement et la lubrification des ventilateurs.

Vous pouvez aussi soumettre les transformateurs à des tests de résistance à l'isolation et à l'enroulement. Ces tests non destructifs permettent de vérifier l'état de l'isolation sur une période prolongée. L'analyse de l'information consignée permettra de reconnaître les tendances négatives révélant l'apparition d'un défaut d'isolement.

### Transformateurs à liquide

Prélevez chaque année des échantillons de liquide d'isolement soumis à l'écran pour détecter les ruptures diélectriques, l'acidité, la couleur, le facteur de puissance et la tension interfaciale. De même, un laboratoire qualifié exécutera un test d'expansion du gaz dans l'huile. Les résultats devraient être analysés pour déterminer les conditions et prévoir l'entretien approprié.

Examinez la cuve de transformateur et les traversées pour détecter les fuites. Inspectez les traversées, les isolateurs et les parasurtenseurs pour détecter les pièces endommagées, les signes de surchauffe, de formation d'arc ou de cheminement. Nettoyez les barres blindées, les isolateurs et les parasurtenseurs. Resserrez tous les raccordements de conducteurs conformément aux recommandations du fabricant.

S'il y a lieu, réalisez un test de résistance de terre pour vous assurer que la valeur est de 25 Ohm ou moins.

### Parasurtenseurs

Nettoyez la porcelaine et vérifiez les traces de détérioration. Réparez ou remplacez tel que requis. Vérifiez toute trace de détérioration sur les conducteurs de câbles d'arrêt. Remplacez tous les câbles d'arrêt à col de cygne au silicium de carbure par les câbles modernes en oxyde métallique.

Il est également conseillé de procéder à des tests de pertes en watts et de courant de fuite, de résistance d'isolement et de résistance au circuit de prise de terre. Ces tests doivent être conformes aux recommandations du fabricant.

### Relais de protection

Pour qu'ils fonctionnent adéquatement, les relais de protection doivent être inspectés, entretenus et testés sur une base annuelle. Toutes les précautions nécessaires s'imposent lorsqu'on travaille avec des dispositifs de protection, tant pour protéger le personnel que pour éviter les interruptions de service non planifiées. Particulièrement lorsque des travaux sont effectués sur des circuits de commande, le côté secondaire des transformateurs de courant (CT) devraient être court-circuités au sol et jamais laissés en circuit ouvert pour éviter que le personnel d'entretien ne subisse des blessures graves.

### Inspection visuelle et mécanique

Il importe de vérifier si les relais n'ont pas subis de dommages matériels ni de détérioration. Si les joints statiques et les couvercles sont endommagés ou grandement usés, ils devront être réparés ou remplacés. Enlevez poussière, saletés et traces d'humidité qui encombrent les relais et les coffrets de protection. Vérifiez l'état du ressort spiral, des distances d'isolement des disques, des contacts et des contacts des courts-circuits des boîtiers (s'il y a lieu). Vérifiez la liberté de mouvement, le déplacement approprié et l'alignement du mécanisme de même que le serrage du matériel de comptage et des prises de courant.

### Essais électriques

À l'aide d'un instrument d'essai fiable, convenant aux relais sous essai, procédez aux essais conformément aux recommandations du fabricant et aux normes de l'institut des ingénieurs électriciens. Pour les relais de surtension, vérifiez les fonctions suivantes du relais selon les réglages établis par l'ingénieur du système ou le fabricant :



- Les contacts de mise au travail devraient fermer lorsqu'un courant égal au réglage de la prise du relais est appliquée à la bobine d'induction. Ajustez le ressort au besoin pour un bon fonctionnement.
- Les essais de minutage doivent être effectués en fonction d'au moins deux (2) points des courbes temps-courant du relais. L'un des essais devra être effectué selon le réglage du cadran spécifié.
- L'essai de minutage instantané doit être exécuté pour le réglage instantané spécifié, s'il y a lieu.

- Les joints d'étanchéité doivent être testés pour assurer que les contacts restent fermés lorsqu'on applique le courant déterminé minimal.
- L'affichage du relais devrait indiquer les périodes de fonctionnement du relais.
- Si possible, faire des essais sur les relais pour s'assurer que le fonctionnement du relais engendrera effectivement le déclenchement du disjoncteur correspondant.
- Pour maintenir l'intégrité des systèmes de protection, remplacez sur le champ tous les relais défectueux ou dont les essais ne sont pas satisfaisants.

### Systèmes d'alimentation sans coupure (ASC)

Vous trouverez dans cette section les pratiques d'entretien recommandées sur les systèmes ASC. Étant donné la grande variété de systèmes et d'équipement disponibles, il est conseillé de consulter les recommandations des fabricants pour assurer un entretien complet.

Il existe deux catégories de base de systèmes ASC : statiques et rotatifs. Dans le cas présent, nous n'étudierons que les systèmes statiques.

Lorsqu'on effectue de l'entretien ou des essais sur les systèmes ASC, il est recommandé de respecter toutes les mesures de sécurité indiquées par le fabricant et exigées par la législation canadienne en matière de santé et sécurité au travail et le SIMDUT. L'entretien sur les systèmes ASC ne peut être effectué que par des personnes qualifiées, disposant du matériel d'essai adéquat.

Nettoyez les parties internes et externes des coffrets et boîtiers, et effectuez les réparations requises sur les surfaces présentant corrosion ou détérioration. Nettoyez tous les orifices de ventilation et de circulation d'air en vous assurant que rien ne les obstrue. S'il y a lieu, nettoyez les lames des ventilateurs et les carcasses de moteur. Assurez-vous que les mouvements de moteur sont lubrifiés correctement et que les lames des ventilateurs sont fixées solidement aux arbres d' entraînement. Éliminez toute trace d'humidité.

Nettoyez toutes les connexions électriques et réparez ou remplacez les connexions présentant de la corrosion ou de la détérioration. Assurez-vous que toutes les connexions sont serrées selon les recommandations du fabricant. S'il y a lieu, procédez au nettoyage et à des essais sur les disjoncteurs, sectionneurs et relais tel que recommandé dans les présentes normes et par le fabricant. Vérifiez le fonctionnement de toutes les alarmes de système et des voyants de marche.

Vérifiez les fuites de liquide sur les inverseurs provenant des condensateurs des formes d'ondes. Recherchez les signes de gonflement ou de décoloration sur les

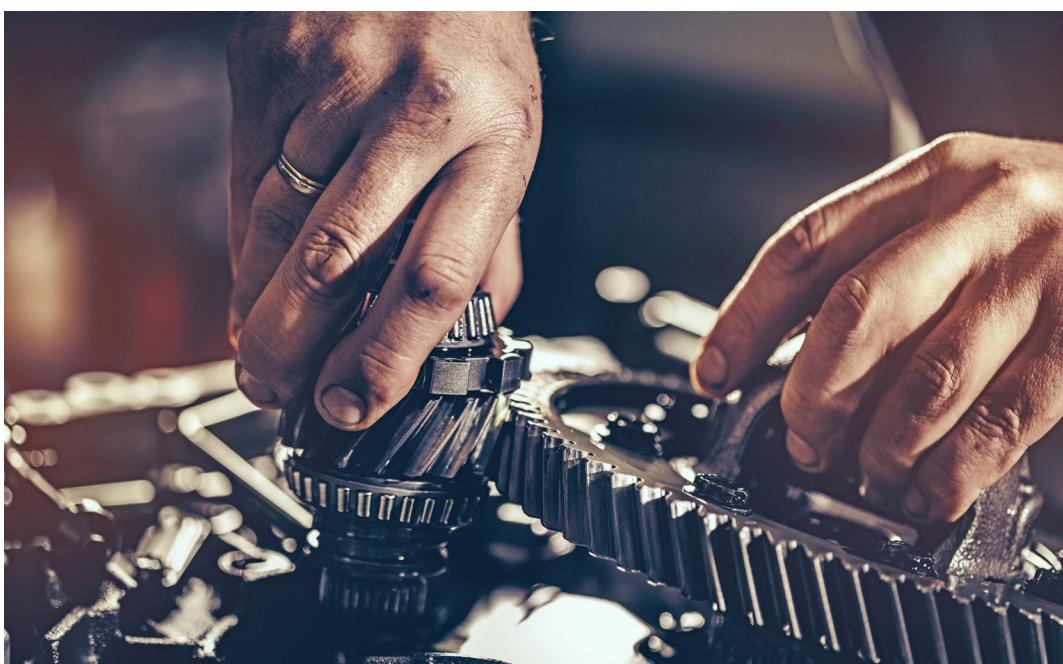
condensateurs, et les traces de surchauffe sur les transformateurs et les dissipateurs thermiques. Entretenez les batteries tel que recommandé à la section 3.7 et selon les recommandations du fabricant.

## Moteurs

### Qu'est-ce qui cause les pannes de moteur?

Pratiquement tout établissement ou commerce a besoin de moteurs électriques pour fonctionner. Nombre de grandes usines disposent de milliers de moteurs et ne pourraient fonctionner sans un minimum d'une centaine de moteurs. Malheureusement, les moteurs sont tellement fiables qu'on ne s'en occupe que lorsqu'ils tombent en panne.

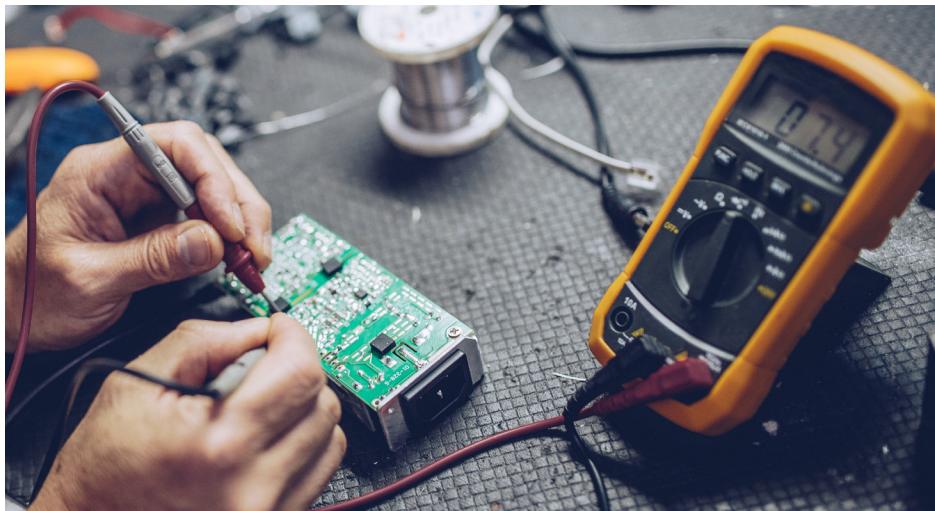
Les pannes de moteurs électriques se classent dans deux catégories principales : mécaniques ou électriques. Les pannes mécaniques peuvent être attribuables à une perte de lubrification, des boulons usés, un mauvais alignement des accouplements d'arbres, un déséquilibre du rotor et ainsi de suite. Un contrôle périodique des vibrations et une analyse de la lubrification permettent souvent d'éviter les pannes.



La plupart des pannes électriques surviennent en raison de l'environnement du moteur : trop sale, trop humide, trop chaud ou trop achalandé.

**Contamination** – Les pannes surviennent souvent quand des éléments dans l'environnement, tels que humidité, poussière abrasive ou conductrice ou des produits chimiques, entrent en réaction avec le système d'isolation pour réduire la résistance entre les phases, ou entre

**Mouvement** – Le mouvement des bobines au démarrage et en cours de fonctionnement est la principale cause des pannes électriques. Ceci inclut le mouvement entre les bobines ou les conducteurs et l'armature, entre les conducteurs et les bobines, et entre les conducteurs et leur charpente support ou entretoisement. L'effort mécanique causé par le démarrage sous charge lourde de même que la contrainte magnétique naturelle entraînent une flexion des bobines et les forcent à se déplacer



phase et terre. La contamination peut se révéler sous forme d'humidité élevée, de fuite d'huile provenant des boulons, de liquides corrosifs ou d'autres facteurs fréquents.

**Chaleur** – Les enroulements du moteur sont conçus par le fabricant pour fonctionner à une certaine température ou moins. Si on fait fonctionner l'enroulement à une température supérieure, le vieillissement thermique de l'isolation se produit plus rapidement et la durée de la machine s'en trouve réduite. En règle générale, pour chaque tranche de 10 °C au-dessus de la température de fonctionnement du moteur prescrite, la durée de l'isolation se trouve réduite de moitié.

vers l'extérieur et latéralement. Ce mouvement entraîne habituellement un court-circuit au sol, dans les derniers tours, lorsque la bobine quitte l'encoche du fer de stator. Des courts-circuits se produisent également entre les brins de fils électriques dans les moteurs à enroulement à fils jetés et entre les tours au sein d'une bobine dans les moteurs à enroulement préformé.

Un court-circuit entre spires crée un ralentissement égal au nombre de tours d'enroulement, ce qui accroît le courant d'enroulement du stator, augmentant conséquemment la perte de chaleur. Le chauffage accru accélère la dégradation thermique de l'isolation environnante, entraînant un supplément de tours en court-circuit et d'autres élévations de température.

## Inspections d'entretien

Un programme équilibré d'entretien des moteurs repose sur des tests de diagnostic et une inspection visuelle effectués par du personnel qualifié et bien informé. Aucune méthode de test ne peut remplacer une bonne inspection visuelle. Un programme d'inspections visuelles devrait se concentrer sur les points les plus sensibles aux dommages et à la dégradation. L'observation des conditions externes du moteur devrait porter sur les points suivants :

- Preuves de dommages causés par la saleté, des pièces lâches ou des corps étrangers.
- Vérification du dégagement des prises d'air.
- Évidence d'humidité ou d'accumulation de saletés.
- Bruits inhabituels, écoulements aux joints d'huile ou forte vibration.
- Vérification (s'il y a lieu) des indicateurs de niveau d'huile.
- Évidence de fuites d'huile dans les roulements.
- Dégradation de la fondation, des plaques de base, des boulons de scellement.

L'inspection des conditions des bobinages à l'aide d'un endoscope ou directement peut révéler les conditions des tiges d'enroulement et démontrer l'existence de bobines lâches, comme poussières et graisses aux points d'appui des bobines. Tous les moteurs n'exigent pas un entretien annuel; toutefois, un programme préventif d'inspection annuelle prolongera la durée du moteur.

## Méthodes d'essais électriques

Même avec les avancées technologiques d'aujourd'hui, il n'existe aucun essai électrique capable de déterminer positivement ce qui reste de la durée de vie utile de l'isolation d'un moteur. Au mieux, peut-on évaluer l'intégrité de l'isolation à partir des caractéristiques de l'isolation, des tensions subies par la machine, de l'expérience sur des machines semblables, d'un contrôle physique et d'une tendance des essais de diagnostic sur une longue période.

Il existe plusieurs méthodes d'essais électriques largement en vigueur dans l'industrie. Certaines des meilleures méthodes ne se sont avérées pratiques dans le domaine que depuis quelques années. Chacune des méthodes suivantes fonctionne bien pour l'utilisation prévue.

La résistance d'isolement et l'essai diélectrique constituent deux des plus anciennes méthodes traditionnelles encore en usage. Tous deux portent sur l'intégrité de l'isolation entre phase et terre; ils ne peuvent pas être utilisés pour vérifier la condition de l'isolation bobine à bobine ou phase à phase.

**Résistance d'isolement :** Le bâti du moteur est mis à la terre et on applique une tension continue (généralement de l'ordre de 500 ou 1 000 volts pour un moteur de 480 volts) aux roulements. Si l'isolement est en bonne condition, la résistance sera de l'ordre de centaines de mégohmmètres. La norme minimale acceptable selon l'institut américain des ingénieurs électriciens (IEEE) est de 1 mégohmmètre plus 1 mégohmmètre pour chaque 1 000 volts de calibre de moteur. (Un relevé minimal acceptable pour un moteur de 4 160 volts sera 5,16 mégohmmètres). Comme minimum,

HSB recommande un essai de résistance d'isolement tous les trois ans; les résultats doivent être consignés et évalués pour déterminer la dégradation potentielle de l'isolement sur une longue période.

L'essai diélectrique en vigueur dans l'industrie est un essai réussite/échec de préférence pour les moteurs nouveaux ou récemment rebobinés. On applique une tension alternative ou continue aux roulements à deux fois la tension de fonctionnement plus 1 000 volts. (Un moteur de 4 160 volts sera testé à 9 000 volts). Tension alternative ou continue, les deux essais sont considérés destructifs parce que l'équipement marginal peut tomber en panne en cours d'essai. C'est pourquoi HSB ne recommande pas l'essai diélectrique.

*L'Analyse de signature du courant électrique du moteur* est une technique relativement récente qui peut aider à détecter barres rotor brisées, bagues de couverture fissurées, joints rotor lâches, arbres faussés et roulements usés. Cet essai peu coûteux mesure les spectres de fréquence à bande latérale à partir du courant de phase pendant que le moteur est en marche. Des logiciels compliqués traitent ensuite le signal brut et analysent la signature en matière de temps et de fréquence.

*L'Essai de surtension* utilise un condensateur chargé pour donner une pulsation de tension dans deux enroulements de moteur simultanément. La tension est faible au début et augmentée lentement pendant que l'exploitant surveille les formes d'ondes sur un oscilloscope. La pulsation de tension sera portée à deux fois la tension de fonctionnement plus 1 000 volts. Puisque les enroulements devraient être identiques, les formes d'ondes

devraient aussi l'être; le contraire indique un problème. Un exploitant qualifié pourra déterminer le type de défaillance (tour à tour, phase à phase, etc.) en étudiant les motifs des formes d'ondes. Cet essai peut aussi être considéré comme potentiellement destructif parce que les moteurs marginaux peuvent tomber en panne si l'essai n'est pas mené adéquatement.

## Inspection à l'infrarouge

On recommande d'effectuer une inspection à l'infrarouge ou thermographique au moins aux trois ans sur tous les dispositifs de



commutation, tableaux de distribution, câbles et barres omnibus, centres de commandes des moteurs, démarreurs et tout équipement essentiel. Ces inspections sont extrêmement utiles pour réduire les pannes électriques en permettant de déterminer les conditions potentiellement dangereuses, telles que connexions lâches ou sales, circuits surchargés ou déséquilibrés, et équipement mal installé. En mesurant l'écart de chaleur par rapport au milieu ambiant et à l'équipement en place, on peut détecter les conditions défavorables qui, négligées, empireraient le point de défaillance.

Les inspections à l'infrarouge sont très utiles pour organiser l'étendue des travaux pour un arrêt planifié imminent. Avant l'entretien planifié, il est conseillé d'effectuer cet essai pour relever les endroits requérant une intervention immédiate; on pourra ainsi affecter les ressources nécessaires pour résoudre ces problèmes durant la période hors courant.

Ces inspections ne sont menées que sur de l'équipement sous tension, si possible en période de forte demande énergétique; on pourra ainsi découvrir les problèmes plus sérieux qui



risqueraient de passer inaperçus autrement. La charge minimale devrait être au moins à 40 % de la charge nominale de l'équipement sous observation.

Ces inspections doivent être effectuées par des techniciens qualifiés, disposant d'équipement spécialisé. Expérience et formation sont indispensables pour être en mesure de déterminer les conditions du problème et les causes potentielles

et recommander les mesures correctives adéquates. Il est obligatoire d'exécuter ces recommandations rapidement pour tirer profit d'une inspection à l'infrarouge. La connaissance de l'existence d'un problème ne préviendra pas les pannes de courant si on n'applique pas les correctifs.

#### Tenue des dossiers

Le programme d'entretien préventif de l'équipement électrique doit être consigné en indiquant l'étendue et la fréquence de l'entretien. Consignez toutes les activités routinières d'entretien et les résultats des essais

réguliers pour analyser les tendances. Consignez également toutes les réparations effectuées et les remplacements de composants électriques. Quand des changements sont apportés au réseau de distribution d'électricité, mettez à jour tous les dessins et les calendriers d'entretien en fonction des changements. Assurez-vous d'avoir en stock les pièces de rechange adaptées au nouvel équipement, conformément aux recommandations du fabricant.

#### Normes

Tout programme d'entretien préventif de l'équipement électrique doit répondre aux normes en vigueur dans l'industrie et aux pratiques de sécurité en milieu de travail. Ce qui inclut, sans s'y limiter, les plus récentes versions de ce qui suit :

- Code canadien de l'électricité, Partie I – Installations électriques
- Code canadien de l'électricité, Partie II – Produits de consommation et produits commerciaux
- Code canadien de l'électricité, Partie II – Exigences générales
- Code canadien de l'électricité, Partie II – Produits industriels
- Code canadien de l'électricité, Partie II – Produits de câblage
- Code canadien de l'électricité, Partie III – Distribution et transport d'électricité
- Normes relatives au génie électrique
- Compatibilité électromagnétique (EMC)
- Normes harmonisées de sécurité sur l'électricité

**Nota : Les améliorations et les expansions apportées aux systèmes électriques doivent être conçues par un ingénieur professionnel compétent et effectuées par des électriciens qualifiés.**