

13 causes fréquentes de panne de moteur

Note d'application

Quoi rechercher et comment améliorer le temps de disponibilité des ressources

Les moteurs sont présents dans tous les environnements industriels et sont de plus en plus complexes et techniques, ce qui rend parfois difficile leur exécution optimale. Il est important de comprendre que les causes de problèmes moteur et d'entraînement ne sont pas limitées à un domaine de compétences unique. En effet, aussi bien les problèmes mécaniques qu'électriques peuvent mener à des pannes moteur. Il est donc important de s'armer de bonnes connaissances pour éviter les périodes coûteuses d'indisponibilité et améliorer la disponibilité des ressources.

Les ruptures de l'isolement des enroulements et l'usure des roulements sont les deux principales causes de panne moteur, mais ces problèmes résultent eux-mêmes de raisons très différentes. Le présent article explique comment identifier les 13 causes les plus fréquentes de rupture de l'isolement des enroulements et de dysfonctionnement des roulements.

Qualité du courant

1. Tension transitoire
2. Déséquilibre de la tension
3. Distorsion harmonique

Variateurs de fréquence

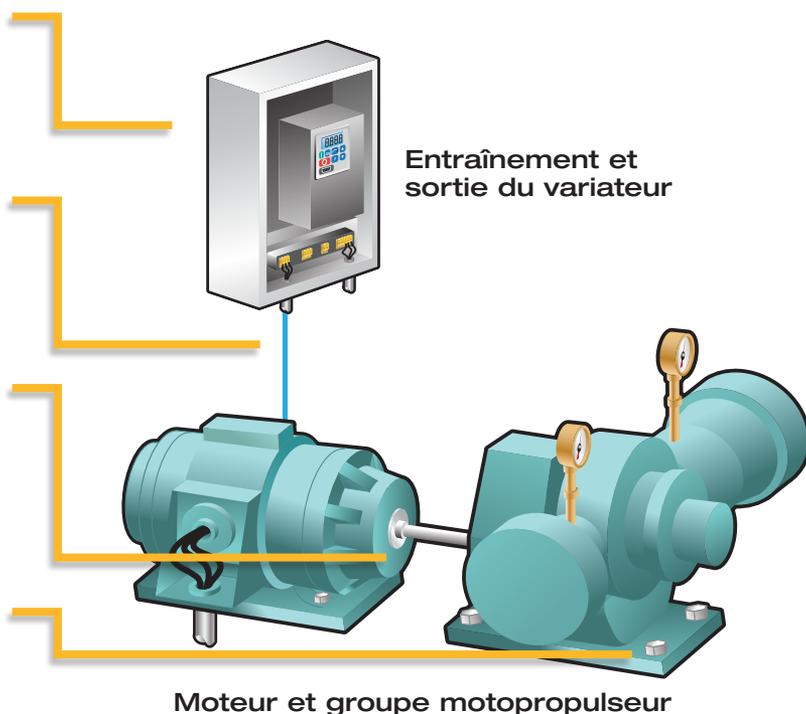
4. Réflexions sur les signaux PWM de sortie d'entraînement
5. Courant sigma
6. Surcharges opérationnelles

Mécanique

7. Alignement incorrect
8. Déséquilibre de l'arbre
9. Desserrement de l'arbre
10. Usure des roulements

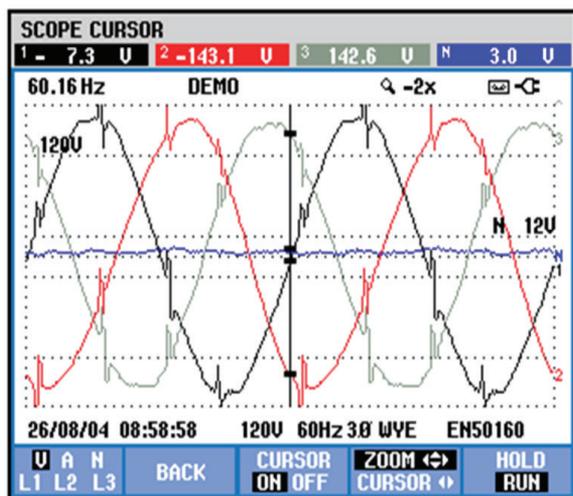
Facteurs liés à une installation

11. Support de pied bancal
12. Contrainte des canalisations
13. Tension d'arbre



Qualité du courant

1 Tension transitoire



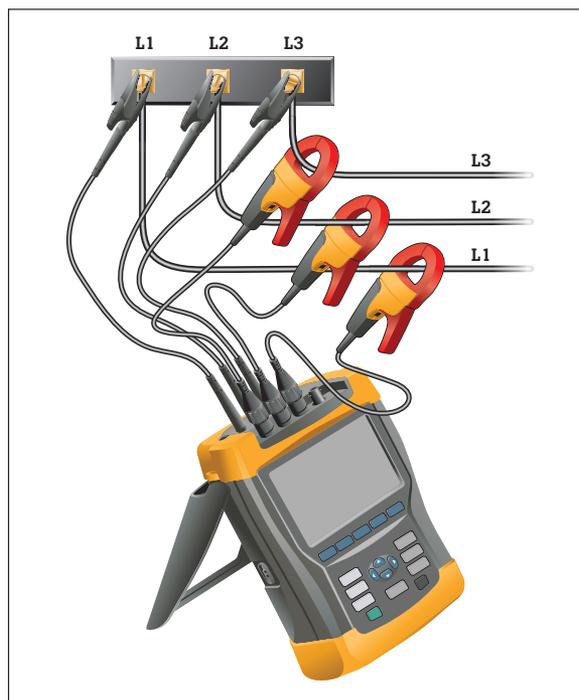
Les tensions transitoires peuvent avoir différentes sources, internes ou externes au site. Des charges adjacentes activées ou désactivées, des batteries de condensateurs de correction du facteur de puissance, voire des conditions météorologiques éloignées, peuvent générer des tensions transitoires dans les systèmes de distribution. Ces tensions transitoires, dont l'amplitude et la fréquence sont variables, risquent de dégrader, voire anéantir, l'isolement des enroulements moteur. L'identification de la source de ces tensions transitoires peut être difficile dans la mesure où leur occurrence est peu fréquente, et leurs symptômes peuvent se présenter de différentes façons. Par exemple, une tension transitoire peut apparaître sur des câbles de contrôle qui ne sont pas directement responsables des dommages, mais peuvent néanmoins perturber les opérations.

Impact : la dégradation de l'isolement des enroulements moteur risque de se traduire par une panne anticipée et une indisponibilité non planifiée

Instrument de mesure et diagnostic :
Energimètre triphasé Fluke 435-II

Importance : haute

2 Déséquilibre de la tension



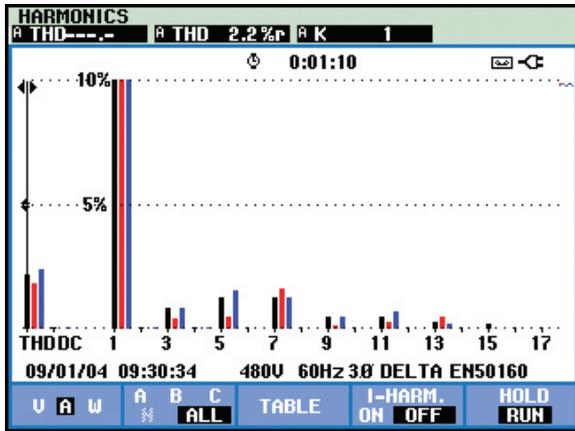
Les systèmes de distribution triphasés desservent souvent des charges monophasées. Tout déséquilibre de l'impédance ou de la distribution des charges risque d'entraîner un déséquilibre sur les trois phases. Les pannes potentielles peuvent provenir du câblage du moteur, de ses terminaisons, voire des enroulements eux-mêmes. Ce déséquilibre peut entraîner des contraintes sur l'ensemble des circuits de phase d'un système triphasé. Au niveau le plus simple, les trois phases de tension devraient toujours avoir la même grandeur.

Impact : le déséquilibre génère une circulation excessive du courant sur une ou plusieurs phases, ce qui augmente les températures de fonctionnement et dégrade l'isolement.

Instrument de mesure et diagnostic :
Energimètre triphasé Fluke 435-II

Importance : moyenne

3 Distorsion harmonique



En termes simples, les harmoniques désignent toutes les sources supplémentaires de tensions AC haute fréquence ou les courants alimentant les enroulements moteurs. Cette énergie supplémentaire n'est pas utilisée pour faire tourner le moteur de l'arbre mais circule dans les enroulements et contribue finalement aux pertes d'énergie internes. Ces pertes se dissipent sous la forme de chaleur, ce qui détériore graduellement la capacité d'isolement des enroulements. Une certaine distorsion harmonique du courant est normale sur les éléments du système alimentant des charges électroniques. Pour identifier les sources de distorsion harmonique, utilisez un énergimètre pour suivre les niveaux de courant et les températures des transformateurs afin de vous assurer qu'ils ne subissent pas de contraintes trop importantes. Chaque harmonique dispose d'un niveau admissible de distorsion qui lui est propre et est défini par des normes telles que IEEE 519-1992.

Impact : la réduction de l'efficacité du moteur entraîne des coûts supplémentaires et augmente les températures de fonctionnement

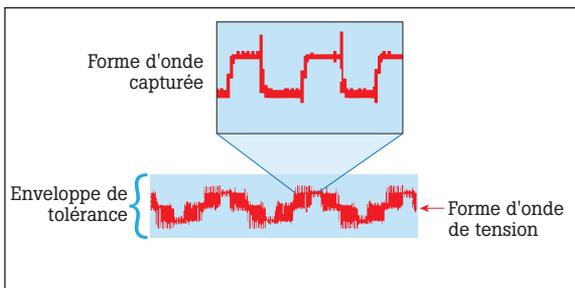
Instrument de mesure et diagnostic :

Energimètre triphasé Fluke 435-II

Importance : moyenne

Variateurs de fréquence

4 Réflexions sur les signaux PWM de sortie d'entraînement



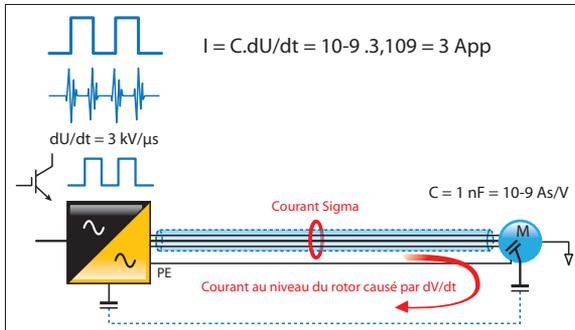
Les variateurs de vitesse utilisent une technique de modulation de largeur d'impulsion (PWM) pour contrôler la tension de sortie et la fréquence d'un moteur. Les réflexions sont générées lorsque l'impédance n'est pas adaptée à la source et à la charge. Les écarts d'impédance peuvent se produire du fait d'une installation incorrecte, de la mauvaise sélection d'un composant ou de la dégradation progressive de l'équipement. Dans un circuit d'entraînement moteur, le pic de réflexion peut être équivalent au niveau de tension du bus DC.

Impact : la dégradation de l'isolement des enroulements moteur entraîne des périodes d'indisponibilité non planifiées

Instrument de mesure et diagnostic : oscilloscope portable à 4 voies pour échantillonnage rapide ScopeMeter Fluke 190-204®.

Importance : haute

5 Courant sigma



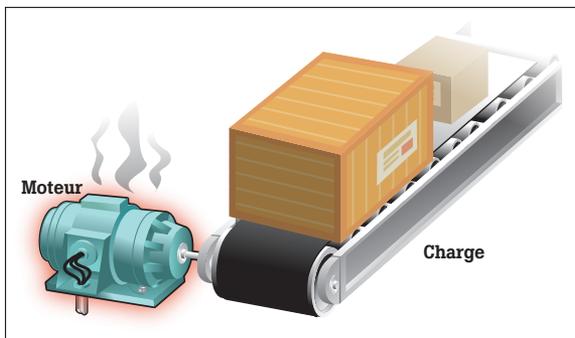
Les courants sigma désignent les courants parasites qui circulent dans un système. Les courants sigma dépendent de la fréquence du signal, du niveau de tension, de la capacité et de l'inductance des conducteurs. Ces courants risquent de passer au travers des conducteurs de terre de protection et provoquer des déclenchements parasites, voire générer une chaleur excessive au niveau des enroulements. Le courant sigma est généralement présent dans le câblage des moteurs et correspond à la somme du courant des trois phases à tout moment T. Dans une situation idéale, la somme de ces trois courants doit être égale à zéro. En d'autres termes, le courant de retour de l'entraînement doit être égal au courant reçu par ce dernier. Le courant sigma peut également être représenté sous forme de signaux asymétriques dans plusieurs conducteurs capables de coupler de façon capacitive des courants dans le conducteur de terre.

Impact : déclenchement mystérieux de circuit dû à un courant de la terre de protection

Instrument de mesure et de diagnostic : oscilloscope portable 4 voies isolées ScopeMeter Fluke 190-204 avec pince de courant (Fluke i400S ou similaire) et large bande passante (10 kHz).

Importance : faible

6 Surcharges opérationnelles



Les surcharges de moteur se produisent lorsqu'un moteur est soumis à une charge excessive. Les premiers symptômes d'une surcharge sont une consommation excessive, un couple insuffisant et une surchauffe. La chaleur excessive du moteur est une cause majeure de panne. En cas de surcharge, les différents composants du moteur, tels que les roulements, les enroulements et autres composants, peuvent fonctionner normalement, mais le moteur reste trop chaud. Par conséquent, il est logique de commencer la procédure de dépannage en s'assurant que le moteur n'est pas surchargé. Dans la mesure où 30 % des pannes moteur sont dues à une surcharge, il est important de comprendre comment mesurer et identifier les surcharges de moteur.

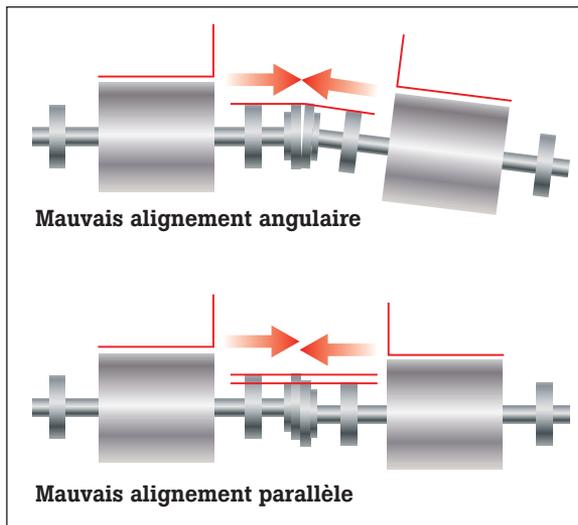
Impact : usure prématurée des composants électriques et mécaniques provoquant une panne permanente

Instrument de mesure et de diagnostic : Multimètre numérique Fluke 289

Importance : haute

Mécanique

7 Alignement incorrect



L'alignement devient incorrect lorsque l'arbre d'entraînement du moteur n'est pas correctement aligné sur la charge ou lorsque le composant qui fait le lien entre le moteur et la charge est mal aligné. De nombreux professionnels estiment qu'un couplage flexible élimine ou compense l'erreur d'alignement. Toutefois, ceci ne protège en fait que le couplage. En effet, même avec un couplage flexible, un arbre mal aligné transmet des forces cycliques dommageables le long de l'arbre et dans le moteur, ce qui se traduit par l'usure excessive du moteur et une augmentation de la charge mécanique apparente. D'autre part, un alignement incorrect risque d'induire des vibrations aussi bien dans la charge que sur l'arbre d'entraînement du moteur. Quelques types d'alignement incorrect :

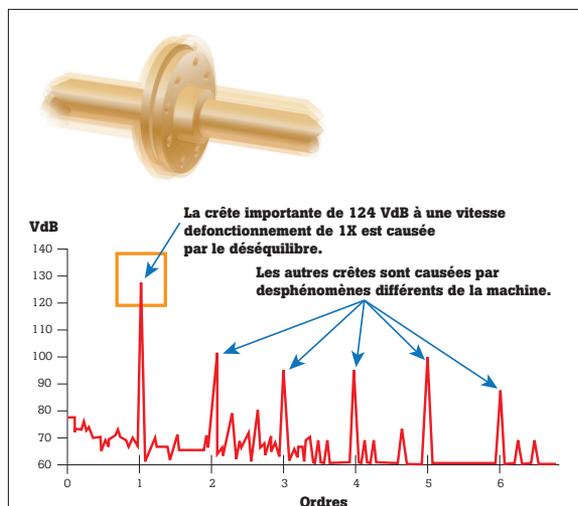
- Angulaire : les axes des arbres se croisent, mais ne sont pas parallèles
- Parallèle : les axes des arbres sont parallèles, mais non concentriques
- Mixte : combinaison des défauts angulaires et parallèles (Remarque : la plupart des alignements incorrects sont des alignements mixtes. Dans la pratique, il est plus simple de traiter les deux formes séparément.)

Impact : usure prématurée des composants mécaniques d'entraînement provoquant des pannes prématurées

Instrument de mesure et diagnostic :
Outil laser d'alignement d'arbre Fluke 830

Importance : haute

8 Déséquilibre de l'arbre



Un déséquilibre désigne un état d'une pièce rotative dont le centre de masse est situé en dehors de l'axe de rotation. En d'autres termes, il existe un « point lourd » quelque part sur le rotor. Les déséquilibres moteurs ne peuvent pas être éliminés totalement, mais il est tout à fait possible d'identifier les valeurs en dehors de plages normales et d'appliquer des mesures en conséquence. Le déséquilibre peut être dû à de nombreux facteurs, notamment :

- encrassement
- absence de contrepoids
- variations de fabrication
- distribution inégale de la masse dans les enroulements moteur et autres facteurs liés à l'usure.

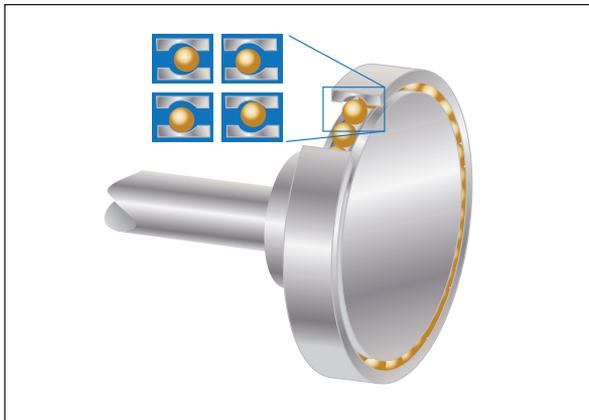
Un testeur ou un analyseur de vibrations peuvent permettre de déterminer si une machine rotative est équilibrée ou non.

Impact : usure prématurée des composants mécaniques d'entraînement provoquant des pannes prématurées

Instrument de mesure et diagnostic : testeur de vibrations Fluke 810

Importance : haute

9 Desserrement de l'arbre



Le desserrment désigne un jeu excessif entre des pièces. Il existe différents types de desserrment :

- le desserrment rotatif est causé par un jeu excessif entre les éléments rotatifs et fixes de la machine, par exemple, un roulement.
- le desserrment non rotatif entre deux pièces normalement fixes, telles qu'un pied et une fondation, ou un boîtier de roulement et une machine.

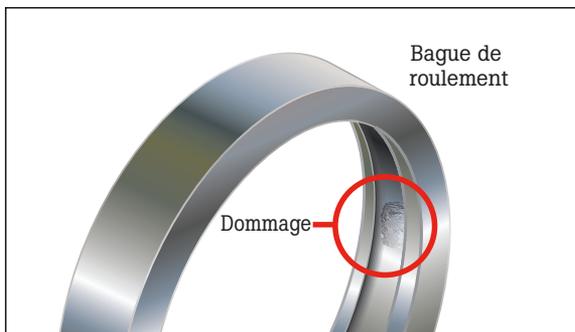
Comme pour toutes les autres sources de vibrations, il est important de savoir comment identifier le desserrment et résoudre le problème avant qu'il ne devienne coûteux. Un testeur ou un analyseur de vibrations peuvent permettre de déterminer si une machine rotative subit un desserrment.

Impact : usure accélérée des composants rotatifs provoquant une panne mécanique

Instrument de mesure et diagnostic : testeur de vibrations Fluke 810

Importance : haute

10 Usure des roulements



Les roulements défectueux augmentent la friction, émettent davantage de chaleur et ont un rendement énergétique plus faible en raison de problèmes mécaniques, de lubrification ou d'usure. Les pannes de roulements peuvent avoir différentes causes :

- charge supérieure à la charge nominale ;
- lubrification inadéquate ou incorrecte ;
- joints de roulement inefficaces ;
- mauvais alignement de l'arbre ;
- montage défectueux ;
- usure normale ;
- tensions d'arbre induites.

Lorsque la panne de roulement se produit, elle a un effet en cascade qui augmente significativement les risques de panne moteur. 13 % des pannes moteur sont dues à une panne de roulement et plus de 60 % des pannes mécaniques sur un site sont imputables à l'usure des roulements. Par conséquent, il est important d'apprendre à identifier les signes avant-coureurs de ce problème.

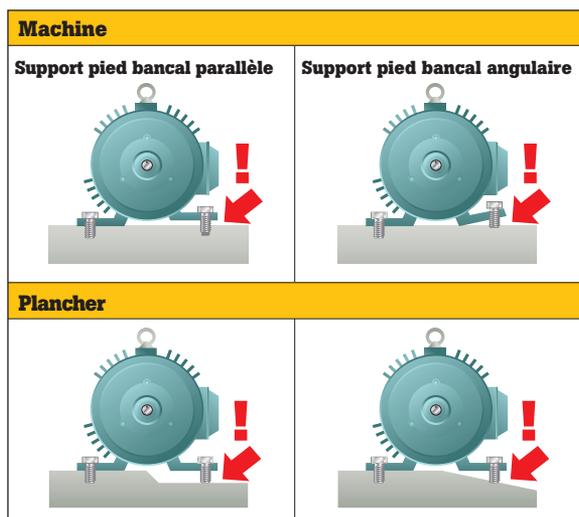
Impact : usure accélérée des composants rotatifs résultant en une panne de roulement

Instrument de mesure et diagnostic : testeur de vibrations Fluke 810

Importance : haute

Facteurs liés à une installation incorrecte

11 Support de pied bancal



Un support bancal désigne le fait que les pieds de montage d'un moteur ou d'un composant d'entraînement ne sont pas au même niveau ou que la surface de montage sur laquelle les pieds reposent n'est pas égale. Cette situation est à l'origine de nombreuses frustrations, dans la mesure où le serrage des boulons de montage des pieds induit davantage de contraintes et de problèmes d'alignement. Les déséquilibres se produisent généralement entre deux boulons de montage placés à la diagonale l'un de l'autre, un peu comme une chaise ou une table qui tend à se balancer sur sa diagonale. Il existe deux types de support de pied bancal :

- **parallèle** : l'un des pieds de montage est plus haut que les trois autres ;
- **angulaire** : l'un des pieds de montage n'est pas parallèle ou en position « normale » par rapport à la surface de montage.

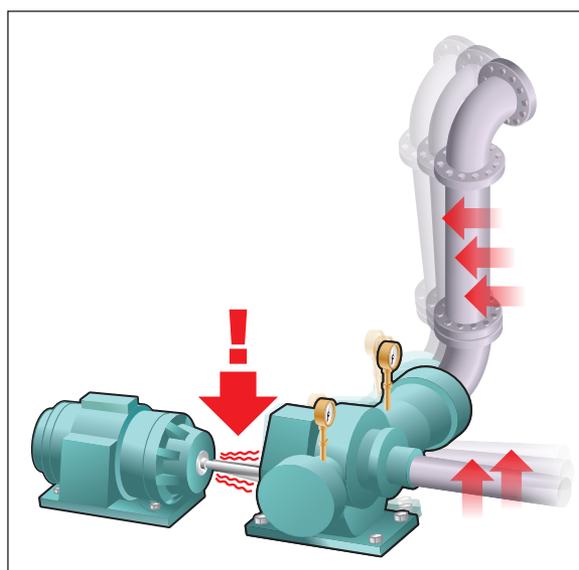
Dans les deux cas, le support bancal est dû à une irrégularité au niveau des pieds de montage ou du plancher sur lequel ils reposent. Quoi qu'il en soit, il est important de remédier à la situation pour obtenir un bon alignement de l'arbre. Un outil laser d'alignement de qualité permet généralement d'identifier toute forme de support bancal sur une machine rotative.

Impact : mauvais alignement des composants mécaniques d'entraînement

Instrument de mesure et de diagnostic : outil laser d'alignement d'arbre Fluke 830

Importance : moyenne

12 Contrainte des canalisations



Les contraintes des canalisations désignent les nouveaux efforts, les nouvelles contraintes et les nouvelles forces qui agissent sur le reste de l'équipement et de l'infrastructure qui sont répercutés sur le moteur et l'entraînement et induisent un mauvais alignement. L'exemple le plus commun est une combinaison simple de moteur/pompe, où quelque chose exerce une pression sur les canalisations, comme par exemple :

- un mouvement des fondations ;
- une nouvelle soupape ou tout autre composant ;
- un objet frappant, tordant ou simplement appuyant sur une canalisation ;
- un support de canalisation, ou tout autre article de support mural, cassé ou manquant.

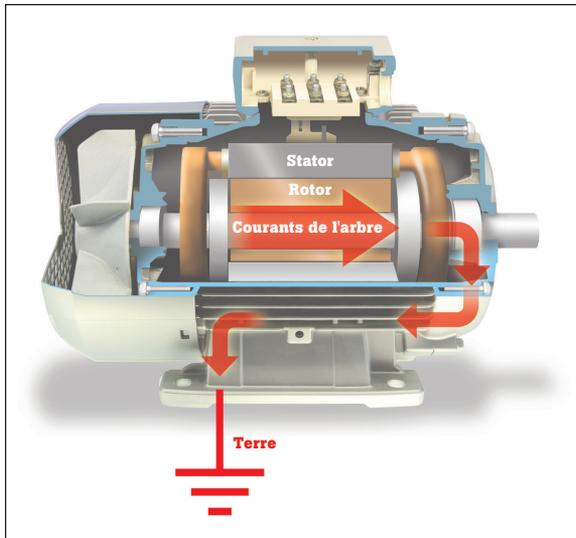
Ces forces peuvent s'exercer de façon angulaire ou décalée sur la pompe, ce qui provoque en retour un mauvais alignement de l'arbre du moteur ou de la pompe. Par conséquent, il est important de vérifier régulièrement l'alignement de la machine. En effet, l'alignement de précision est un état temporaire qui peut se dégrader dans le temps.

Impact : mauvais alignement de l'arbre et contraintes induites sur les composants rotatifs, débouchant sur des pannes prématurées.

Instrument de mesure et diagnostic : outil laser d'alignement d'arbre Fluke 830

Importance : faible

13 Tension d'arbre



Lorsque des tensions d'arbre du moteur dépassent la capacité d'isolement de la graisse à roulement, des courants dirigés vers le roulement extérieur peuvent se présenter et entraîner l'apparition de piqûres et de rainures sur les bagues de roulement. Ce problème se traduit d'abord par l'apparition d'un bruit accompagné d'une surchauffe due au fait que les roulements commencent à perdre leur forme d'origine et que des fragments de métal se mélangent à la graisse et aggravent la friction. Ceci risque de provoquer la destruction du roulement en à peine quelques mois. Les pannes de roulement sont coûteuses aussi bien en matière de réparation du moteur que de temps d'indisponibilité. Par conséquent, il est important de prendre des mesures préventives telles que la mesure de la tension de l'arbre et du courant de roulement afin d'anticiper les problèmes. La tension d'arbre n'est présente que lorsque le moteur est sous tension et tourne. Une sonde à balai de carbone permet de mesurer la tension de l'arbre pendant la rotation d'un moteur.

Impact : les arcs électriques sur les surfaces des roulements peuvent entraîner l'apparition de piqûres et de cannelures provoquant des vibrations excessives et, au final, le dysfonctionnement des roulements

Instrument de mesure et de diagnostic : oscilloscope portable 4 voies isolées ScopeMeter Fluke 190-204, avec capteur à balai carbone AEGIS pour la mesure de tension d'arbre.

Importance : haute

Quatre stratégies pour le succès

Les systèmes de commande de moteurs sont présents dans des processus essentiels à tous les niveaux des chaînes de fabrication. Les pannes matérielles ont de lourdes conséquences financières aussi bien en matière de remplacement potentiel du moteur ou des pièces que de temps d'indisponibilité du système qui dépend du moteur. Le fait de fournir aux ingénieurs et techniciens de maintenance les bonnes connaissances, de hiérarchiser la charge de travail et gérer la maintenance préventive des moteurs et de régler les problèmes intermittents et parfois difficiles à cerner peut, dans certains cas, prévenir les pannes liées aux contraintes d'exploitation ordinaires et réduire le coût global des arrêts de production.

Quatre stratégies clés permettent de résoudre, voire prévenir, les pannes prématurées des moteurs et composants rotatifs :

1. Documenter les conditions d'exploitation, les spécifications de la machine et les plages de tolérance des performances.
2. Capturer et documenter les mesures critiques lors de l'installation, avant et après la maintenance, et de façon routinière.
3. Archiver les mesures de référence pour faciliter l'analyse des tendances et identifier les changements d'état.
4. Tracer des graphiques de mesures individuelles pour établir une tendance de base. Toute modification de la tendance de base de plus de +/- 10% à 20% (ou tout autre % en fonction des performances et de l'importance de votre système) nécessite l'identification de la cause première, afin de comprendre pourquoi ce problème se produit.

Fluke. *Soyez à la pointe du progrès avec Fluke.*

Fluke France S.A.S.

Parc des Nations
383 rue de la belle étoile
95 700 Roissy en France - FRANCE
Téléphone : 01 708 00000
Télécopie : 01 708 00001
E-mail : info@fr.fluke.nl

Distribué par:

testoon
COM
Le site internet de la mesure



99, rue Béranger
92320 Chatillon

Tel : 01 71 16 17 00
Fax : 01 71 16 17 03

www.testoon.com

©2015, Fluke Corporation. Tous droits réservés.
Imprimé aux Pays-Bas 02/2015.
Informations modifiables sans préavis.

Pub_ID: 13372-fre

6004135A_EN

Toute modification du présent document est interdite sans le consentement écrit de Fluke Corporation.