



Détecter et diagnostiquer une faiblesse dans la conception du rotor d'un alternateur hydroélectrique neuf

Données de la machine

Mise en service : 1999	Entrefer nominal :	11 mm/0,433 pouce	Nombre de pales :	4
Puissance : 42 MW	Diamètre d'alésage du stator :	6,45 m/253,94 pouces	Position des paliers :	Palier guide alternateur Palier guide turbine
Vitesse : 112,5 rpm	Type de turbine :	Bulbe/Kaplan		

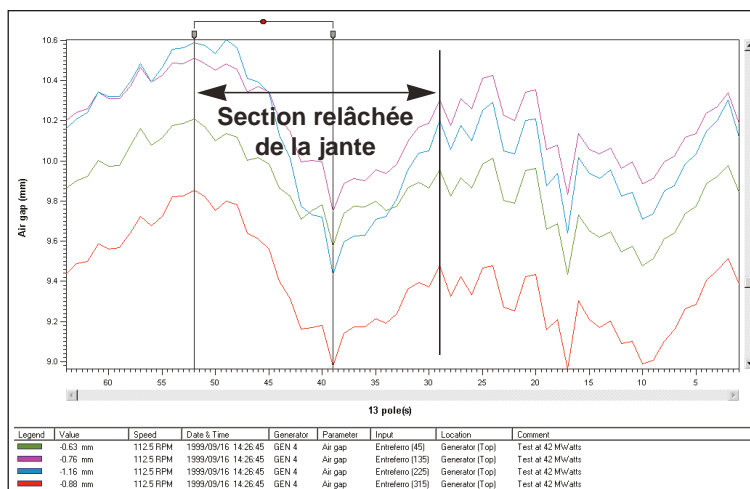


Figure 1 : Graphe de l'alternateur à pleine charge, en mode Signature, montrant une variation importante du capteur à 225° (courbe bleue) entre les pôles #29 et #52.

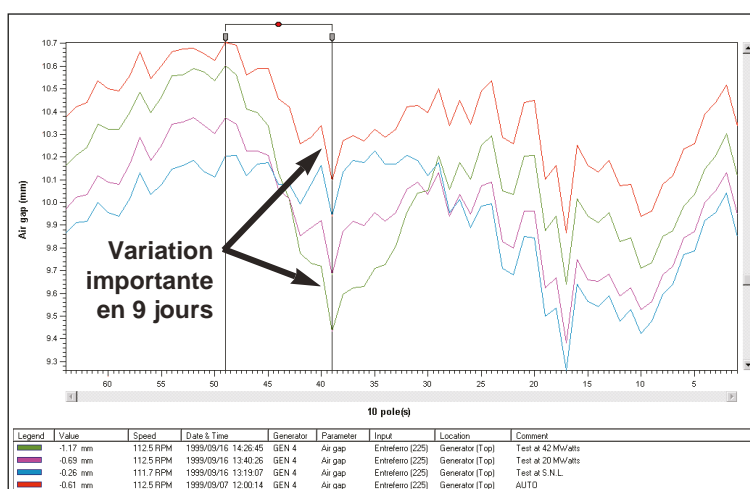


Figure 2 : Graphe du profil du rotor sous différents régimes d'opération, en mode Signature, en face du capteur à 225° et la comparaison avec le résultat obtenu 9 jours avant.

Cette étude de cas démontre l'importance de la surveillance des nouvelles machines durant la mise en service, en appliquant la technologie d'entrefer de VibroSystM^{MD} afin de détecter toute anomalie sur un alternateur. La compagnie d'utilité de ce nouveau projet hydroélectrique de 5 groupes bulbes a insisté pour installer un système ZOOM^{MD} sur les alternateurs.

Seulement quelques mois après sa mise en service, le premier alternateur a subi un frottement entre le rotor et le stator, causé par une défaillance de la jante du rotor. À ce moment, le système de surveillance n'était pas en fonction dû à certaines contraintes reliées au projet. L'utilisateur a insisté afin que le système soit implanté le plus tôt possible pour la remise en service du groupe ainsi que pour la mise en service des autres groupes bulbes.

Pendant la visite du site pour compléter l'installation et la mise en service du système ZOOM, le technicien de VibroSystM et l'ingénieur-superviseur de la centrale ont révisé les données des autres machines, enregistrées par le système. Ils ont trouvé une irrégularité dans les résultats d'entrefer d'une des machines. Les capteurs d'entrefer mesuraient des formes différentes du rotor à pleine charge (Figure 1). Le capteur à l'angle 225° (au bas) fournissait le résultat le plus dramatique. La comparaison entre chaque capteur sous plusieurs régimes d'opération, en partant de vitesse nominale à vide jusqu'à pleine charge, a révélé une bosse transitoire entre les pôles #29 et #52, causée par le relâchement d'une section de la jante du rotor (Figure 2).

Amplifiée par la gravité, la section relâchée de la jante fait saillie dans l'entrefer lors de la rotation vers le bas, et par la suite reprend sa position lors de son passage à la partie supérieure.

Cette flexion cyclique impose un stress sur les composantes de la jante du rotor. L'amplitude maximale de la bosse (l'entrefer le plus critique) est atteinte lorsque le pôle #39 du rotor passe devant le capteur à l'angle 225°. En comparant ces résultats aux données obtenues à pleine charge 9 jours auparavant, il est évident que la situation se détériorait très rapidement et qu'une défaillance pouvait survenir à tout moment.

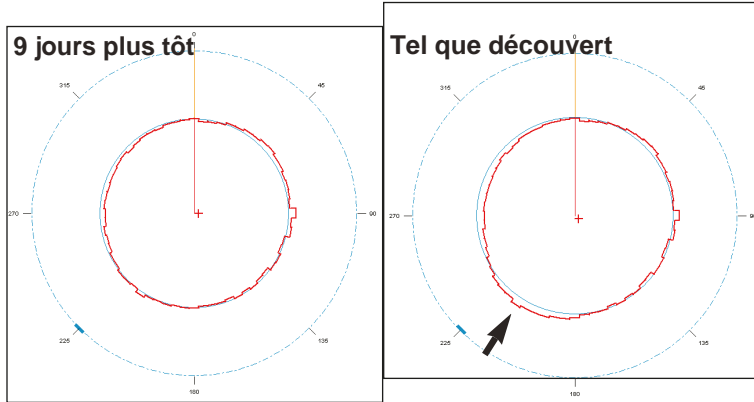


Figure 3 : Graphes polaires du profil du rotor avec 9 jours d'écart, mesurés par le capteur à l'angle 225°. À noter, la protubérance de la jante dans la section entre les pôles #29 et #52.

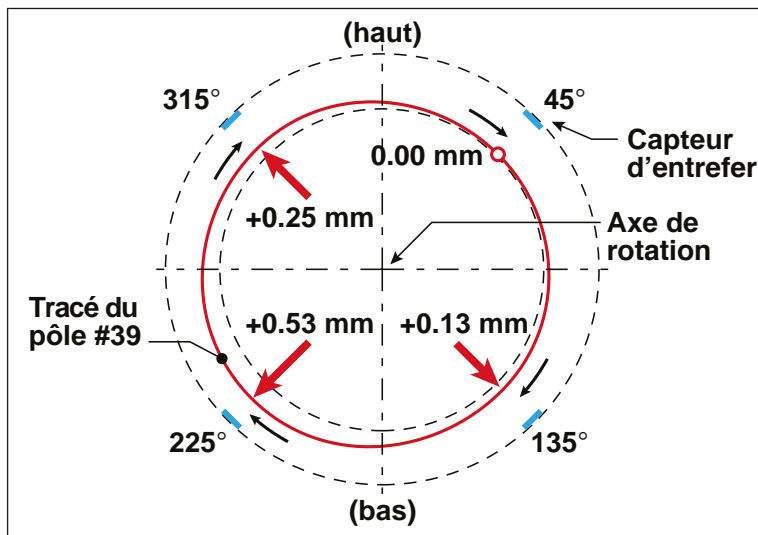


Figure 4 : Représentation du tracé du pôle #29 (le plus critique de la section relâchée) sur un tour, relatif à sa position en face du capteur à 45°.

Entre-temps, l'instrumentation de surveillance de vibration ne reflétait pas ces changements (voir Étude de Cas CS017).

L'ingénieur-superviseur de la centrale a constaté la similitude avec le premier incident et a tout de suite alerté le bureau chef. À l'aide de l'accès à distance du système ZOOM, les ingénieurs du bureau chef ont révisé les données, ont corroboré qu'un autre frottement du rotor et stator était imminent et ont ordonné l'arrêt de la machine. Ils ont contacté d'urgence le fabricant et lui ont fait parvenir les résultats des graphes. L'utilisateur a exigé que le fabricant fasse l'inspection de la jante du rotor. Deux jours plus tard, des ingénieurs du fabricant ainsi que de l'utilisateur étaient sur place pour enquêter.

Les ingénieurs ont découvert que les fixations de la jante du rotor au croisillon du rotor étaient en plus mauvaise condition que sur l'alternateur qui avait subi le premier incident. Plusieurs boulons ont cédé durant les essais de percussion. Le déséquilibre cyclique a causé un très grand stress sur les boulons, ce qui a aggravé le relâchement de la jante.

Une révision détaillée de la conception de l'alternateur a été faite et des modifications ont été implantées sur les 5 machines. Les boulons de compression ont été remplacés par d'autres boulons plus élastiques et l'interface de la jante de croisillon du rotor a été solidifiée. La performance du rotor est maintenant surveillée systématiquement et les alarmes d'entrefer ont été ajustées afin de signaler la moindre diminution d'entrefer. Depuis ce temps, aucun changement anormal n'a été détecté et les machines se comportent selon les normes établies.

Ce cas démontre clairement que la surveillance d'entrefer est en mesure de prédire un problème d'entrefer imminent afin de poser des actions préventives. Cela démontre aussi qu'un changement critique au niveau de l'entrefer peut survenir dans un intervalle d'une semaine et que pour cette raison, un essai périodique hors-ligne n'est pas suffisant.

Les données d'entrefer ont été indispensables pour l'analyse et le diagnostic du problème ainsi que pour la surveillance subséquente. Le système a été bénéfique autant pour l'utilisateur que pour le fabricant. En plus de recevoir un retour sur l'investissement avant la mise en service des unités, l'utilisateur a découvert la puissance du système ZOOM. Il a reçu de l'information précieuse afin de faire respecter les termes de garantie. Entre-temps, le fabricant a pu identifier rapidement un défaut de conception, trouver une solution et implanter des actions correctives sur toutes les machines afin d'éviter toute autre défaillance et coûts additionnels dûs aux arrêts forcés.

Pour plus d'information, veuillez contacter VibroSystem
 2727, boulevard Jacques-Cartier Est
 Longueuil (Québec) J4N 1L7 CANADA
 Tél. : +1 450 646-2157
 Téléc. : +1 450 646-2164
 Courriel : sales@vibrosystem.com
 www.vibrosystem.com

1) 1 mm ≈ 39,4 mils / 1 mil ≈ 0,0254 m ou 25,4 µm