



Entretien prédictif

A situation extrême, intervention musclée

Bert Belmans, Maintenance Magazine

Comment savoir si l'on fait bien la maintenance ? Nos recherches nous ont permis de trouver un historique de référence de machines implantées dans l'un des environnements les plus extrêmes au monde. Les techniques de maintenance prédictive y ont déjà donné d'incroyables résultats : une disponibilité mécanique cinq fois supérieure !

■■■■ Si l'on décernait des Oscars à l'industrie du traitement des matières premières, gageons que l'équipe de maintenance de Dead Sea Works en Israël serait certainement nominée. Cette entreprise a réussi à accroître son MTBF (mean time between failure, le temps moyen entre pannes) de pas moins de 400 %, et à réduire la durée moyenne d'une réparation (MTTR, mean time to repair) de 50 %. Non contente d'en dire long sur la situation préalable, une telle performance est frappante et illustre très bien ce que l'on peut attendre d'un programme de maintenance prédictive. L'endroit

du jour est une fabrique de potasse sur les rives de la mer Morte en Israël, la région la plus basse au monde, où les températures estivales peuvent grimper jusqu'à 45° C à l'ombre. La température annuelle moyenne se monte à 35° C, pour ne descendre que très rarement, même en hiver, en dessous de 20°C. La plus grande partie de cette usine fabrique de l'hydroxyde de potassium, un minéral que l'on peut extraire de l'eau de mer par évaporation. La potasse est une matière première riche en potassium que l'on peut utiliser comme engrais synthétique dans l'agriculture. Dead



Un analyseur Microlog typique pour la mesure et l'analyse des vibrations.

Sea Works traite cette matière première en trois gradations différentes, s'adressant chacune à un marché bien précis. La gradation standard est faite de granulés grossiers qui se vendent surtout dans les pays en développement où les agriculteurs les répandent sur leurs champs à la main. Le second type, sous forme de petits cristaux, est destiné aux produits « downstream » et le troisième, constitué d'un granulat très fin, est mélangé en vrac à d'autres matières premières. L'usine compte quelque six compacteurs ou laminoirs chargés de broyer les cristaux de potassium entre



Le lourd compacteur avant la transformation.



Le compacteur après « overhauling », avec les paliers Sensormount.



Montage d'un palier Sensormount. Glisser un palier sur le grand axe a toujours été un travail très pénible qui semble fort facilité avec un palier Sensormount.



La Mer Morte, une source très riche de minéraux, mais un environnement très hostile pour des machines et des composants mécaniques.

deux rouleaux, en leur donnant un aspect « marbreux ». A la deuxième étape de ce processus, le produit semi-fini passe à nouveau dans un broyeur horizontal. L'axe de chaque rouleau compacteur tourne assez lentement, à une vitesse de 18 tpm dans une température ambiante qui dépasse souvent les 50° C. Et pour noircir encore le tableau, les logements de roulement de ces rouleaux supportent une très lourde charge (C/P<2-3) dans une atmosphère saturée de particules de potasse abrasives. Bien que l'on fasse couler de l'eau en permanence le long des axes creux et à travers les cages de roulement, c'est un environnement productif



Cet appareil qui s'appelle un « Copperhead Transmitter » permet de surveiller l'ensemble de la machine et pas uniquement les éléments tournants.

extrême, d'autant que les machines fonctionnent 24 heures sur 24, 365 jours par an. Toute immobilisation mécanique non planifiée engendre une perte productive inacceptable.

La phase 1

L'équipe de maintenance de Dead Sea Works a lancé il y a quelques années un programme d'amélioration en deux phases pour élever la disponibilité mécanique à un niveau plus acceptable. En un premier temps, ils se sont penchés sur les interventions qui leur paraissaient les plus évidentes pour rallonger le temps entre deux pannes : la propreté,

l'entretien des paliers, la lubrification et les techniques de fixation. La vitesse de rotation étant assez faible, il fut décidé de lubrifier les paliers à l'aide d'une graisse à haute viscosité pour réduire les phénomènes d'usure engendrés par le frottement métal sur métal entre les éléments tournant dans les anneaux. On obtint aussi de meilleurs résultats en injectant la graisse sous haute pression, la surpression chassant la saleté, ainsi qu'en utilisant des joints de meilleure qualité. Chaque fois que l'équipe de maintenance devait remplacer un palier, on installait à sa place un palier « Sensormount » de SKF. Ce type de palier facilite grandement le montage des grands roulements sur les axes : en effet, glisser le palier sur les grands axes refroidis par eau est un travail désormais beaucoup moins difficile avec ce type de palier. Il ne faut plus procéder à des calculs complexes ni recourir à des sondes spéciales ou à une expertise particulière, et le monteur est rassuré : il sait désormais que le palier est correctement monté.

Le programme de maintenance prédictive

Une autre grande avancée dans la prévention des pannes fréquentes non planifiées fut l'implémentation d'un programme de maintenance prédictive s'appuyant sur un appareillage SKF est un logiciel Prism. L'équipe de maintenance a testé pour ce faire diverses techniques de monitoring. Le grand obstacle était la vitesse de rotation très faible des axes. Un détecteur à ultrasons combiné à un système Microlog SKF s'est avéré la meilleure et la plus fiable des solutions. Le signal obtenu est amplifié en lui faisant traverser un filtre AE (Acceleration Enveloping). Le Microlog est un analyseur de spectre permettant à un monteur expérimenté de comparer un signal de la machine (une mesure de vibrations dynamique) à un signal de référence que l'on peut obtenir dans des conditions de fonctionnement optimales de la machine, et par exemple après le montage de nouveaux paliers. Sur cette base, le responsable peut arrêter un pronostic de chaque événement susceptible d'entraîner une panne. Cette méthodologie remplace l'arbitraire né du fait que l'on ne pouvait auparavant examiner simultanément qu'un seul paramètre en faisant intervenir désormais tous les paramètres jamais consignés dans l'évaluation. Il en résulte une approche bien plus efficace de toute déviance possible de comportement. A la clôture de la phase 1 du projet, il est apparu que le MTBF était presque multiplié par trois. Quant au MTTR, le temps moyen d'une réparation, il

fut divisé en deux.

La phase 2

A la phase suivante, l'équipe de maintenance a souhaité optimiser les résultats de la phase précédente. Mais cela exigeait d'intervenir en profondeur dans le concept de la machine. Aussi le constructeur fut-il impliqué dans le projet, en rejoignant une équipe où il a retrouvé des responsables de la maintenance de Dead Sea Works et de SKF. Cette équipe a proposé un nouveau concept permettant de lubrifier le laminoir à l'huile. Ce nouveau principe permettait de mieux contrôler la température du palier et de réduire son encrassement en filtrant l'huile. Et afin de le mettre en œuvre, l'équipe de maintenance de Dead Sea Works et des spécialistes SKF de différentes usines européennes se sont penchés de près sur les dessins de la machine ainsi que sur toutes les données et rapports disponibles sur les paliers. Ce qui leur a permis de proposer différentes modifications à l'aide de la méthode Sigma6. Pour assurer la maintenance et les réparations aux axes de rouleau et aux paliers, on a donc arrêté et rédigé des procédures écrites (Best Practices) destinées à l'équipe de maintenance.



Les robustes sondes de température et de vibrations qui envoient leurs données au Copperhead Transmitter.

Cette action soutenait à son tour le programme de formation du personnel de maintenance qui avait été initié à la première phase du projet.

Un nouveau type de palier

On a aussi lancé conjointement un programme de rénovation simultané de tous les paliers sur les axes des machines (déjà évoqué plus haut). A ce stade, Dead Sea Works a décidé de remplacer la version Microlog CMVA 10 SKF par la nouvelle version CMVA 65, en y combinant sur le champ, au vu de l'extrême lenteur de rotation des axes, une technologie spéciale

par ultrasons. Autre adjonction qui fut faite : un « Copperhead Fault Detection System » signé SKF. Ce système Plug & Play surveille l'ensemble de la machine et pas uniquement ses éléments tournants. A cette fin, on a monté sur les quatre cages de roulement d'un laminoir de nouvelles sondes de vibrations et de température. Ces données de mesure ont été envoyées au système d'information PIS (Plant Information System) de l'usine, un dispositif de pilotage du processus qui collecte et affiche tous les paramètres opérationnels. Si le résultat de cette seconde phase est moins spectaculaire, il contribue pourtant grandement aux performances : le MTBF put à nouveau être majoré de 30 %, et le MTTR réduit de 40 %.

La maintenance est, comme le savent tous ceux qui s'en chargent, une « never ending story » qui exige des efforts sans fin. Il n'en va pas autrement pour l'équipe de maintenance de Dead Sea Works. Elle s'attelle d'ores et déjà à la troisième phase d'amélioration : la lubrification à l'huile des quatre laminoirs, les détecteurs « Copperhead » sur toutes les machines et le test d'un nouveau type de palier d'axe développé par SKF. <<