



OPTIMISEZ LA FIABILITÉ DE
VOS ÉQUIPEMENTS

**LE PETIT
GUIDE
DES BONNES
PRATIQUES**

MaintenanceQuébec.com

Table des matières

INTRODUCTION	4
OPTIMISEZ LA GESTION DE VOS PIÈCES DE RECHANGE	5
UN VIRAGE À 180° ... REPARTIR À LA BASE	6
L'ENTRETIEN PRÉVENTIF	8
UN BON STANDARD D'INSPECTION POUR LA MAINTENANCE OU LA PRODUCTION	9
« REVERSE MAINTENANCE » - PROSPECTIVE STRATÉGIQUE	11
Incidence des évolutions technologiques sur la maîtrise des moyens	11
1. Exemple de ratés majeurs de l'histoire	12
2. Extrapolation aux processus de la Maintenance	13
3. Extrapolation aux organisations de la maintenance	15
4. Incidence des évolutions dans le domaine des technologies	15
5. Incidence des évolutions dans le domaine des méthodologies	17
6. Prospective sur la fonction et l'organisation de la maintenance	18
7. Impact sur les ressources humaines	19
8. Impact sur les formations des acteurs	20
9. Impact sur les solutions informatiques	20
10. Le vocabulaire de la Maintenance 4.0	21
Quelques remarques sur le vocabulaire	21
1. Preventive Maintenance (Maintenance Préventive)	21
2. Predictive Maintenance (Maintenance Prévisionnelle)	21
3. Industrial Internet of Things (Objets Connectés)	22
4. Cloud Computing	22
5. IA (Intelligence Artificielle)	22
6. Prognostic Maintenance	23
7. Analyse Prédictive	23

8. Maintenance Prescriptive et Analytique	23
9. Conclusions et Prospectives	23
UN BON PLAN D'ENTRETIEN CVACR - LES BONNES PRATIQUES	24
1. Identification des équipements de CVACR	25
2. Historique des réparations par machine	25
3. Liste d'équipements complète	25
4. Plan de localisation des équipements	26
5. Schéma d'écoulement	26
6. Contrat d'entretien	26
7. Planification budgétaire afin d'éviter les surprises	27
ROBERT, LE MÉCANICIEN QUI ÉCOUTAIT LES MACHINES OU COMMENT FAIRE DE L'ENTRETIEN PRÉDICTIF 4.0 ?	28
CHOISISSEZ LA BONNE MÉTHODE DE LAVAGE DE VOTRE FLOTTE ET RÉDUISEZ LE TEMPS DE LAVAGE DES CAMIONS	30
Avantages de maintenir la flotte propre	30
Facteur temps dans les coûts de main-d'œuvre du lavage de camion	30
Système de baie de lavage	30
Laveuse à pression haute puissance	31
Influence du détergent dans le temps de lavage des camions	31
Recherche des meilleures méthodes de lavage de flotte	31
LA GESTION OPTIMALE DES ACTIFS : UNE PARTIE INTÉGRALE DE LA STRATÉGIE DES ENTREPRISES PERFORMANTES	33
La fiabilisation et la planification vont de pair	33
La méthode ABC de STI Maintenance	35
AUGMENTEZ VOTRE FIABILITÉ, SAUVEZ DU TEMPS ET AUGMENTEZ LA SÉCURITÉ DE VOTRE USINE AVEC DES ACCÉLÉROMÈTRES PERMANENTS !	37
Introduction	37
Avantages des montages permanents	37
Nécessité des capteurs permanents	38

Localisation de l'accéléromètre	39
Installation de l'accéléromètre	39
Conclusion	40

INTRODUCTION

Voilà déjà plus de 5 ans que Maintenance Québec organise le Congrès annuel de la maintenance industrielle, un Congrès qui a eu l'occasion d'accueillir plus de 1200 participants depuis son début en 2013.

Vous le savez déjà, la maintenance industrielle est souvent perçue par certains comme « mal nécessaire », pourtant elle est l'un des piliers de productivité des entreprises manufacturières. Arrêts non-planifiés, pertes de productivité et hauts coûts de réparation et de maintenance - les risques sont nombreux.

Pour faire face à ces enjeux, il est impératif d'implanter des stratégies de fiabilité des équipements au sein de votre entreprise. Un mélange de stratégies techniques et un changement de culture sont nécessaires.

À cet effet, au nom de Maintenance Québec, nous avons compilé ce guide dans l'esprit de vous offrir de l'information utile afin d'intégrer de nouvelles stratégies et de nouveaux outils qui vous permet de progresser et d'optimiser vos procédés. Ce guide contient de l'information à caractère stratégique, technique et non-technique, mais aussi de l'information pragmatique pouvant être implantée dans votre entreprise. L'information que vous-y trouverez est une compilation de conseils soumis par des praticiens et consultants de maintenance venant de différents secteurs d'industrie.

Nous vous invitons à utiliser ce guide comme un buffet, c'est à dire que vous pouvez ainsi sauter les sections qui ne s'appliquent pas à vous et passer aux sections qui vous sont les plus pertinentes.

Sur ce, nous vous souhaitons une bonne lecture et nous vous invitons à soumettre tout commentaire ou soumission d'article à partenariats@maintenancequebec.com. Qui sait, peut-être que votre article paraîtra dans la prochaine édition de Le Petit Guide des Bonnes Pratiques !

OPTIMISEZ LA GESTION DE VOS PIÈCES DE RECHANGE

Guillaume Limousin, BJ Technologie

La justesse d'un stock de pièces de rechange est toujours compliquée. Il faut faire un inventaire complet, long et fastidieux.

La bonne pratique consiste à découper le magasin et à missionner une ou des personnes de l'équipe assez rigoureuses qui vont faire des inventaires plus fréquents mais avec un plus petit périmètre.

On a divisé par 10 le magasin et on inventorie une partie chaque mois.

UN VIRAGE À 180°... REPARTIR À LA BASE

Luc Bérubé, Directeur entretien, Capitaine des Bonnes Pratiques, Lepage Millwork

Voici quelques bons coups qui ont aidé notre organisation.

Comme je me suis promené de la grande entreprise à la PME, j'ai eu la chance de voir plusieurs bonnes pratiques de maintenance.

À chaque fois que je retourne à la PME, je fais le même constat. Beaucoup de volonté et de dynamisme, mais le manque d'organisation garde l'entreprise dans un mode d'urgence permanente.

Un virage à 180°... Repartir à la base

La mise en place d'un service de planification fut la priorité. L'implantation d'un logiciel d'entretien s'en est suivi.

De façon à libérer des techniciens, pour effectuer des tâches « planifiées », nous avons créé un poste de « Troubleshooter » (Technicien d'urgence). En maintenant un service d'urgence, il était plus facile pour tout le monde de faire la transition vers un système de demandes de travail informatisées.

Par la suite, nous avons déterminé les équipements critiques. Compte tenu qu'aucune statistique n'était disponible, nous avons regardé les équipements sur lesquels nous devons intervenir le plus souvent, et qui avaient un impact marqué sur la production. Un plan d'entretien préventif a été créé pour ces équipements.

Un plan d'action a été défini, pour les interventions SST et le cadencage.

En travaillant de façon planifiée, nous avons réussi à établir une semaine type, par technicien, avec un certain nombre de BT SST, préventifs et curatifs. Chacun des techniciens connaît sa charge de travail pour une semaine.

Formation

Dans le passé, les techniciens avaient développé des spécialités. Ainsi, l'organisation était à risque lorsqu'un technicien s'absentait.

Aujourd'hui, le poste de technicien d'urgence est en rotation. Chaque semaine, un nouveau technicien prend le téléphone. De cette façon, celui-ci est confronté à différents troubles. Dans le cas où il aurait besoin d'aide pour solutionner un problème, il n'aura qu'à contacter son supérieur pour qu'on lui fournisse l'aide nécessaire.

Cette activité a permis d'accroître grandement la polyvalence de l'équipe.

Conclusion

Nous n'avons pas réinventé le monde de la maintenance. Toutefois, prendre du recul et revenir à la base nous a permis de reprendre le contrôle sur le temps de fonctionnement des équipements de production (MTBF).

Pour ce qui est du « Backlog », ou charge de travail, il s'agit d'un autre dossier.

La notion de « nécessité, urgent, pressant ou planifiable », relève plus du management, d'un changement de culture et de l'éducation des gestionnaires. Comme dans plusieurs organisations, nous avons aussi des gestionnaires qui achètent la paix, en transférant le bébé à la maintenance.

En espérant que ces quelques trucs pourront aider.

L'ENTRETIEN PRÉVENTIF

Marco Vaillancourt, Contremaître entretien, SAQ

Je suis impliqué de très près dans l'entretien préventif de flottes de véhicules et de mécanique de bâtiments, et ce depuis 1992. Je suis devenu gestionnaire en 1998, et depuis ce temps, au travers de toutes les entreprises que j'ai servies, je prône le même discours de base sur l'entretien préventif.

Il est très important de respecter les recommandations d'entretien des fabricants, d'utiliser les bons lubrifiants, de respecter les intervalles d'entretien, et surtout d'optimiser l'arrêt de l'équipement à entretenir afin qu'on n'ait pas à l'immobiliser avant le prochain entretien.

Cette pratique allégera votre charge de travail correctif et optimisera la rentabilité de vos équipements.

UN BON STANDARD D'INSPECTION POUR LA MAINTENANCE OU LA PRODUCTION

Robert Dapère ing., Fondateur, Management Consultancy

Un bon standard doit être applicable, connu et appliqué intégralement tout le temps et par tous. Pour cela, il est nécessaire qu'il soit simple, visuel, sans ambiguïté.

Evidemment, mais vous le savez déjà, il est souhaitable qu'il soit rédigé par ceux qui auront à le mettre en œuvre.

Concernant les standards d'inspection de la maintenance ou de la fabrication, je vous propose un modèle, le plus simple possible.

Il comporte l'image de « comment ça doit être » pour assurer un fonctionnement parfait du process, c'est-à-dire le fonctionnement qui donnera des produits exactement conformes au cahier des charges des clients.

Il comporte également les images de tous les modes de dégradation connus de la partie à inspecter. Si nécessaire, vous mettrez les images des seuils de dégradation, qui signifient « jusque-là, c'est conforme, au-delà, c'est non conforme et il convient d'intervenir ».

Dans tous les cas, les conditions de sécurité dans lesquelles l'inspection a lieu sont indiquées, ainsi que les équipements personnels appropriés.

Standard d'Inspection

Machine: Broyeur de minerai - Bavette trémie d'alimentation

QUI : Opérateur ligne.

QUAND : chaque vendredi matin

MATERIEL : Torche électrique LED, rangée dans l'armoire "Matériel" en cabine de commande ligne

Sécurité



Machine à l'arrêt, consignée par l'électricien de zone

Que vérifier ?

Vérifier que la bavette n'est pas détériorée, laisse passer le produit uniformément, et ne le concentre pas dans une zone particulière.

Ainsi, le broyeur s'usera régulièrement, sans dégradation accélérée.

Comment ça doit être



Critères de détérioration



La bavette ne doit pas être usée au milieu



La bavette doit couvrir toute la largeur de l'alimentation



La bavette doit être en une seule pièce

Instructions en cas de détérioration

Procéder immédiatement au remplacement de la bavette.

« REVERSE MAINTENANCE » - PROSPECTIVE STRATÉGIQUE

Jean-Paul Souris ing., Senior Consultant - S.Consultants

Incidence des évolutions technologiques sur la maîtrise des moyens

Si le monde change, il existe des invariants et des similitudes dans la nature des problèmes rencontrés. Quand on parle des outils de la prospective stratégique, il faut rappeler leur utilité : stimuler l'imagination, réduire les incohérences, créer un langage commun, structurer la réflexion collective et permettre l'appropriation.



Cependant, les outils ne doivent pas se substituer à la réflexion ni brider la liberté des choix. Il faut éliminer deux erreurs stratégiques : ignorer que le marteau existe quand on rencontre un clou à enfoncer (c'est le rêve du clou) ou au contraire, sous prétexte qu'on connaît l'usage du marteau, que tout problème ressemble à un clou (c'est le risque du marteau)¹. Il faut donc adapter nos organisations, nos méthodes, notre éducation en fonction des évolutions et du futur et ne pas traîner de vieilles recettes...

Dans les années 80, on a parlé de reverse engineering et de reverse mentoring, aujourd'hui on parle de reverse innovation et en particulier dans le domaine de la maintenance.

C'est une discipline consistant à analyser finement un produit, un moyen existant, afin d'y déloger les résidus du passé de nature à pénaliser leur efficacité.

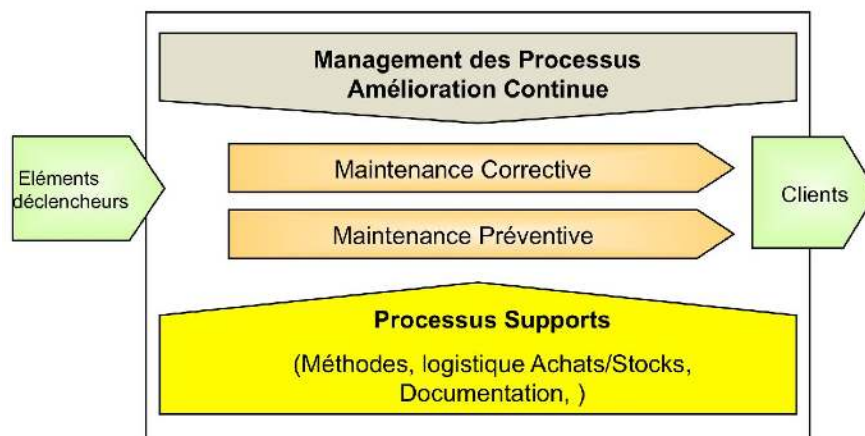
Ce qui s'applique à des technologies peut être appliqué à des processus de fonctionnement transactionnel, et donc particulièrement en maintenance. Dans ce domaine, il existe trois processus : majeurs, supports et amélioration continue.

Dans la grande majorité des entreprises, les équipes de maintenance traitent plus ou moins bien les processus majeurs et supports, mais très mal le processus d'amélioration continue ; soit par un manque de service méthodes maintenance structuré, soit de fiabilistes et de culture sur les statistiques descriptives.

¹ Texte extrait du manuel de Prospective stratégique de Michel Godet (Éditions Dunod)

Cela entraîne un manque d'analyse, d'actions de fiabilité et donc une stagnation de l'efficacité !!!

Les processus de la Maintenance



Les directives et Démarches Copyright S.CONULTANTS

Comme tout le monde le sait, ou devrait le savoir, pour fiabiliser les équipements, il faut travailler sur les causes premières et non sur les causes de pannes.

Et comme pratiquement toutes les GMAO ne sont pas configurées, paramétrées pour cet objectif, il n'y a pas de progrès notable.

L'origine vient vraisemblablement du manque, dans l'éducation initiale et continue, de modules de formation sur la fiabilité dans les programmes de maintenance, mais aussi du manque de curiosité des ingénieurs maintenance. Ils ont trop tendance à appliquer des méthodes traditionnelles en provenance du Japon, sans se soucier de savoir si elles sont bien adaptées aux problèmes complexes à résoudre...

1. Exemple de ratés majeurs de l'histoire²

Pourquoi monte-t-on dans des avions du côté gauche ? C'est depuis l'époque de l'apparition de l'aviation militaire où l'État-major donne à la Cavalerie le soin de s'intéresser à l'avion. Or, les cavaliers portent leur sabre du côté gauche, car ils sont droitiers et montent donc sur leurs chevaux du côté... gauche.

Et donc ils monteront dans les avions du côté gauche. L'aviation civile prendra la suite, avec l'incidence sur l'organisation des aéroports, premier résidu...

² Extrait d'un texte de Bertrand Jouvenot



Autre archaïsme datant de plus d'un siècle, le clavier de nos ordinateurs ! Le premier clavier apparaît en 1868 sur les machines à écrire Remington que vient d'inventer Christophe Latham Sholes. Il choisit logiquement de configurer les touches de manière naturelle, mais à la frappe rapide, les touches se chevauchent et se bloquent. Au lieu de travailler sur la mécanique, il trouve un palliatif en changeant le positionnement

des touches et ainsi naquit le clavier QWERTY³ qui est en fait particulièrement improductif.

Et quand les premiers ordinateurs apparaissent, malgré le fait que les contraintes des claviers QWERTY soient parfaitement connues, on n'en profite pas pour prendre en compte la forme des mains, comme la longueur des doigts, la cohérence entre la position des lettres et de leurs fréquences d'utilisation dans la langue⁴, ni de leurs combinaisons.

Et il ne fallait pas perturber les anciennes « dactylos » pour leur reconversion au traitement de texte.

Cependant, les charmantes dactylos ont pris leur retraite depuis longtemps, mais on continue de commercialiser des machines (ordinateur, tablettes, smartphones). Cela entraîne un effet induit chez les jeunes, l'augmentation du nombre de tendinites du pouce... C'est le début de la Textonite⁵ !

Alors que la solution existe !!! Dès 1932, Auguste Dvorak, un cousin éloigné du célèbre compositeur, repense complètement le clavier QWERTY, et invente le clavier DVORAK⁶, qui réduit de deux tiers le nombre de mouvements et permettant de taper avec une seule main, une saisie plus rapide (+20%), une diminution considérable du nombre d'erreurs (50%), un apprentissage plus rapide (18 heures pour parvenir à taper 40 mots à la minute, contre 56 heures pour nos claviers actuels)

Les efforts d'Auguste DVORAK pour convaincre les constructeurs, les industriels et financiers furent vains. Encore un résidu... et il y aurait beaucoup d'autres exemples !!

2. Extrapolation aux processus de la Maintenance

Dans les années 70, pas d'automate programmable, de robot, de GMAO, et pourtant une maintenance qui permettait de produire 1000 véhicules/jour dans l'automobile, comme aujourd'hui...

³ L'AZERTY est l'adaptation à la machine de la fréquence des lettres de l'orthographe française entre autres.

⁴ La seule prise en compte concerne le clavier AZERTY.

⁵ Il s'agit d'une pathologie inflammatoire du pouce chez les utilisateurs de textos

⁶ Il existe une procédure pour programmer les ordinateurs en clavier DVORAK

Sans méthodes inductives comme l'AMDEC Moyens, la politique de maintenance consistait à traiter les évènements non connus les uns après les autres, en déroulant le processus simplifié suivant :

1. Réagir aux pannes en faisant de la maintenance corrective (mais ça coûtait en coûts directs et indirects)
2. Mettre en œuvre une maintenance préventive systématique basée sur les évènements traités pour diminuer l'occurrence des « pannes » (mais ça coutait cher et en plus c'était très dangereux, car toute intervention sur une machine, justifiée ou non, est un risque)⁷
3. Optimiser la maintenance systématique en mettant en place une maintenance plus conditionnelle, voire prévisionnelle, avec des technologies qui sont apparues dans les années 80 (analyse des vibrations, thermographie infrarouge, analyse des lubrifiants, mesure d'épaisseur par ultrasons, etc.), mais toutes indépendantes les unes des autres, c'est à dire sans corrélation de flux d'enchaînements des causes.

Il n'est pas suffisant de surveiller un seul paramètre, car il est souvent la cause d'un autre défaut et ainsi de suite jusqu'à identifier la cause première.

On peut d'ailleurs le formaliser sous la forme d'une chaîne causale présentée par le défaillogramme de la méthode MAXER.

On peut noter que la chaîne causale se décrit de la droite vers la gauche, pour respecter la fonction du temps, car une cause se produit souvent avant un effet (le symptôme).

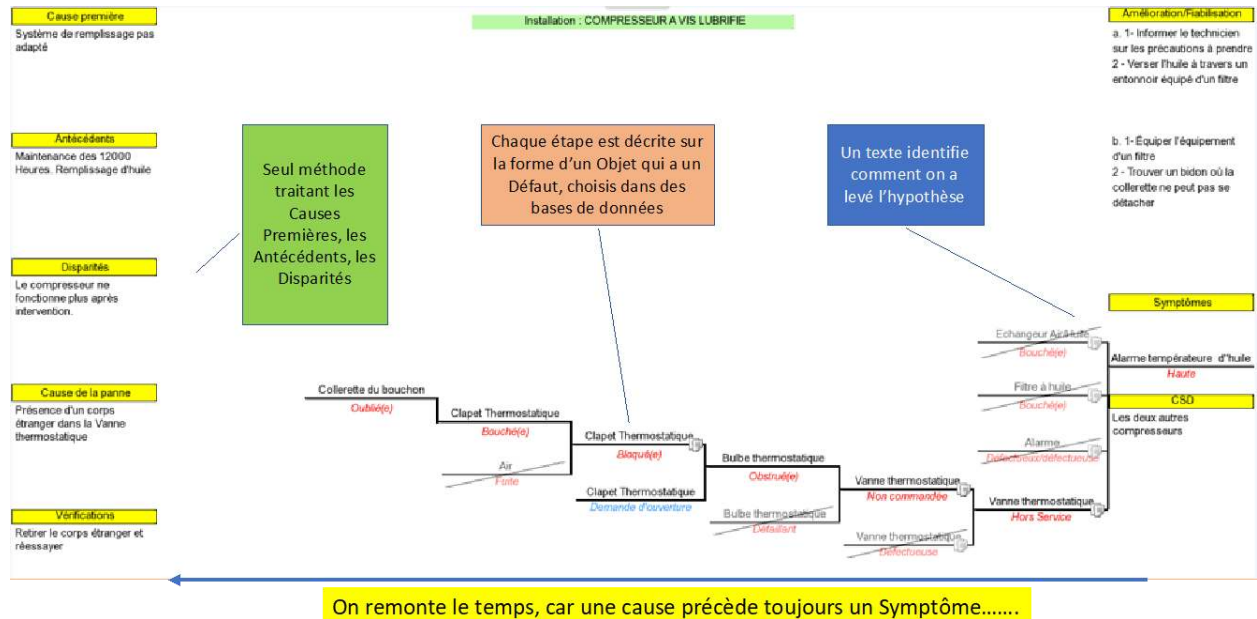
Pour toutes les autres méthodes de diagnostic (arbre des causes, 5 pourquoi, A3, QRQC, QRCI, etc.) c'est dans tous les sens... et souvent sans graphe d'explication du flux des causes.

Le défaillogramme se présente de la manière suivante. Dans cet exemple, il est réalisé avec un logiciel dans lequel sont préenregistrés le vocabulaire des objets et des défauts, il suffit de les choisir dans des bibliothèques préalablement documentées.

Il y a deux spécificités dans le logiciel DIADGDEF ;

- Seuls les défauts qui sont liés aux objets apparaissent.
- On peut inclure les explications écrites sur la levée des hypothèses lorsqu'on les lève dans un espace texte.

⁷ Comme je n'arrête pas de le dire, moins on touche aux machines et mieux on se porte...



3. Extrapolation aux organisations de la maintenance

Les dernières nouveautés dans le domaine de l'organisation de la maintenance datent des années 80 avec l'apparition de la TPM⁸.

C'était utile à l'époque, mais complètement dépassé aujourd'hui.

Encore un résidu nocif qui a fait le bonheur des cabinets de conseil en maintenance sans grande imagination.

Un changement d'organisation n'a jamais rien amélioré, car seuls les processus expliquent le fonctionnement d'une organisation. Un organigramme est statique et n'explique rien, on voit la limite des Audits ISO qui ne sont qu'une pâle représentation cachée des dysfonctionnements réels, mais ça fait de beaux diplômes dans les couloirs des Directions Générales...

4. Incidence des évolutions dans le domaine des technologies

Sont apparus depuis quelques années :

1. Le développement de logiciels d'aide à la conception comme l'AMDEC moyens (évitant d'utiliser des outils bureautiques inertes, comme Excel). Mais pour bien les utiliser, il faut avoir une culture fiabiliste...

⁸ Total Productive Maintenance

2. Des logiciels de conception d'aide au diagnostic au stade de la conception, basés sur des réseaux bayésiens⁹, l'utilisation de Systèmes Experts¹⁰
3. L'utilisation de capteurs intégrés aux équipements, en plus des capteurs qui sont présents pour les faire fonctionner, afin de permettre une analyse des paramètres physiques pour essayer de comprendre les dysfonctionnements.

Depuis, plus grand-chose, jusqu'à l'apparition des nouvelles technologies de capteurs miniaturisés, communicants, des réseaux de communication, des IoT¹¹ (objets connectés) par le WI-FI dans l'entreprise et des réseaux sans fils pour les installations éloignées, Internet, qui aboutissent aujourd'hui à la Maintenance 4.0¹²

Le problème, c'est qu'un grand nombre d'entreprises continuent à dérouler cette politique de maintenance ancestrale, alors qu'en suivant les concepts de Reverse Maintenance, il faudrait faire l'inverse, selon le cycle de vie d'un bien d'équipement. C'est-à-dire commencer par instrumenter les machines, à l'aide de capteurs adaptés, non pas seulement pour les faire fonctionner, mais pour surveiller les phénomènes physiques qui permettront d'expliquer les défauts potentiels qui vont apparaître.

Il ne s'agit pas d'identifier uniquement des dépassements de seuil, mais de suivre un spectre de comportement des données dans les différents scénarios de fonctionnement des organes surveillés. Si certaines installations fonctionnent en continu, comme les transformateurs et les systèmes de climatisation, d'autres fonctionnent par cycle, car il y a des changements de formats, de matière première, des phases de démarrage, de régime permanent et d'arrêt.

La surveillance par les capteurs intégrés doit prendre en compte ces phases dans l'analyse spectrale des données. L'analyse spectrale d'une seule donnée ne suffit pas, il faut faire la corrélation entre plusieurs pour pouvoir en tirer des enseignements fiables, c'est-à-dire correspondant aux hypothèses faites sur la base des métamodèles.

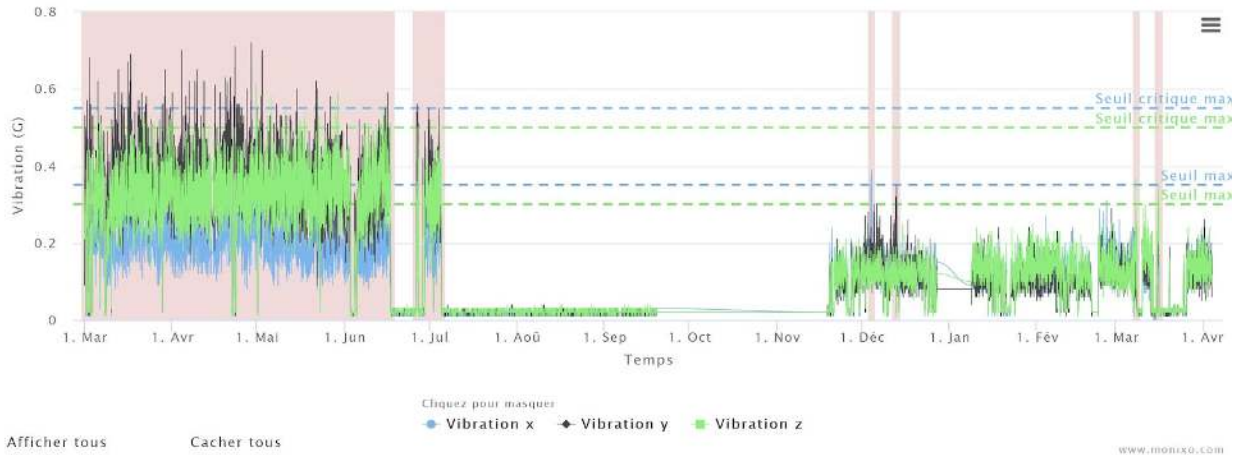
Dans le cas ci-dessous, l'analyse unique de chaque axe de vibration ne suffit pas à tirer des enseignements utiles, seules les corrélations entre les signaux permettent de se focaliser sur la cause probable.

⁹ Comme Best de la société Bayesia

¹⁰ Qui en fait ne sont pas nouveaux mais qui retrouvent une nouvelle jeunesse

¹¹ Internet of Things (Internet des Objets)

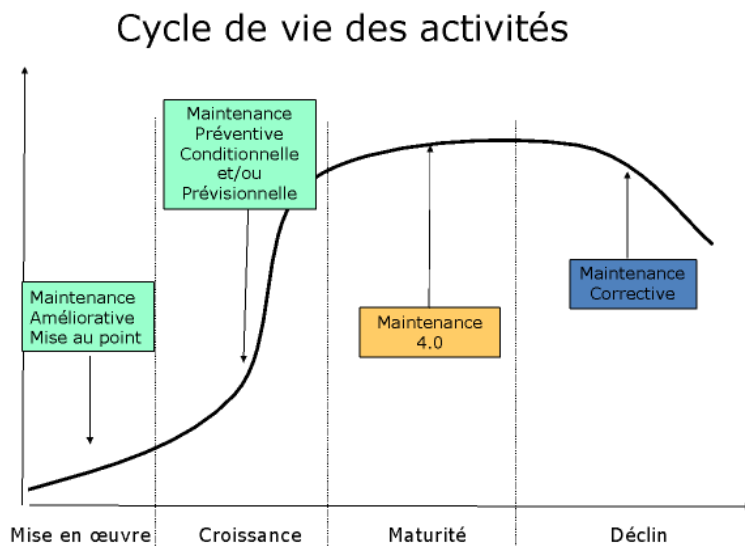
¹² Voir l'article La Maintenance 4.0 et + sur le site Internet www.sigmaxer.fr



5. Incidence des évolutions dans le domaine des méthodologies

Depuis l'origine de la mise en œuvre des activités de maintenance, on a toujours fait tout à l'envers. Mais tout le monde est pardonnable, car les technologies de l'époque ne permettaient pas de faire autrement.

En fait, le cycle de vie des activités devrait être aujourd'hui dans le sens inverse du schéma ci-dessous.



Aujourd'hui avec la robotique, on fait du Moonwalk...

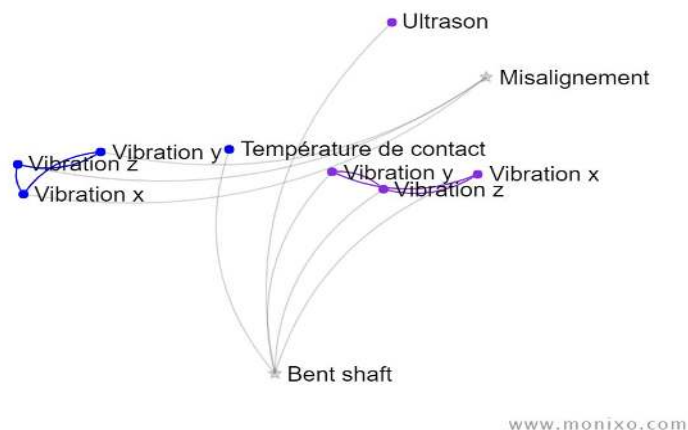
Avec la démarche Maintenance 4.0, les programmes de maintenance préventive n'existent pratiquement plus, puisque ce sont des analyses corrélées des capteurs qui vont fournir les alertes pour déclencher des contrôles ou des interventions physiques.

Des tableaux de bords statiques de la maintenance, on fait maintenant place à des écrans dynamiques de surveillance de paramètres physiques. Il ne reste plus qu'à les interpréter, les exploiter rapidement dans des actions qui sont correctives (curatives ou palliatives). On parle désormais de maintenance proactive.

Les machines tournantes peuvent être surveillées par de nombreux capteurs intégrés ; vibration, température, pression, ils sont affichés dans des écrans, mais... ne sont pas corrélés entre eux, et en cas de casse brutale, on est quasiment incapable d'identifier la cause première....

On passe d'un modèle simple sur la base d'une seule donnée à des métamodèles intégrant les interactions entre modèles.

Mais pour cela, il faut avoir créé des modèles et métamodèles qui relient, organe par organe, les défauts intrinsèques enchaînés en successions de causes, comme le montre le schéma (simplifié) suivant d'origine MONIXO.



6. Prospective sur la fonction et l'organisation de la maintenance

Qu'est-ce que c'est que la prospective ? L'anticipation n'a de sens que pour éclairer l'action. C'est pourquoi la prospective et la stratégie sont généralement indissociables, d'où l'expression de prospective stratégique.

L'application de la prospective stratégique en maintenance consiste, en priorité, à ce que les concepteurs de biens d'équipement, prennent en compte cette évolution en intégrant dès la

conception des capteurs pour surveiller le comportement des organes et intégrer des aides au diagnostic intégrées à base de Systèmes Experts.

Pour ce faire, on doit lors d'un achat d'un bien d'équipement accompagner le cahier des charges fonctionnel, d'un cahier des charges spécifique de Maintenance 4.0.

La rédaction de ce document doit se faire avec des professionnels expérimentés mais également avec des fiabilistes. L'expérience est une chose, mais il faut de la prospective, car de nouvelles technologies apparaissent, sur lesquelles on n'a pas d'expérience du passé.

Ensuite, à organisation constante, on voit déjà qu'on peut faire évoluer la politique de la maintenance, mais pour optimiser le tout, il faut faire évoluer les organisations, les mentalités et les formations vers de plus en plus de valeur ajoutée pour les acteurs. Si on compare les technologies des années 80 avec celles des années actuelles, on constate une robotisation importante, provenant principalement du milieu de l'automobile, et que constate-t-on aujourd'hui ? Il n'y a « presque » plus d'exploitants, et donc c'est la maintenance qui assure la disponibilité des équipements...



L'évolution des technologies et leur intégration entraîne que, pour maîtriser ce qui risque d'arriver et dont on n'a pas d'expérience, il faut développer au maximum des méthodes de résolution de problèmes efficaces. L'une d'elle, la plus efficace pour la maintenance, est la méthode française MAXER¹³.

MAXER a pour objectifs d'éclairer le chemin à parcourir et de concevoir une base de données d'expérience efficace et exploitable, car comme disait CONFUSIUS « l'expérience est une lanterne qu'on porte dans le dos mais qui n'éclaire que le chemin parcouru ».

7. Impact sur les ressources humaines

La Maintenance 4.0 ne se résume pas à la mise en place des capteurs.

¹³ Méthode de Diagnostic, d'Analyse et de Fiabilisation, Hypothético-déductive.

C'est une stratégie globale qui allie judicieusement les nouvelles technologies et le raisonnement humain, car il y a des informations qu'aucun système ne pourra identifier, comme des événements précédents, savoir ce qu'il s'est passé avant (les antécédents), connaître les différences entre machines (les disparités), identifier les causes premières (qui sont pratiquement toutes d'origine humaine...), les phénomènes concomitants extérieurs, etc.

Il faut que l'intelligence artificielle et les acteurs de la maintenance, avec leur intelligence naturelle, soient correctement coordonnés.

8. Impact sur les formations des acteurs

Si les formations en maintenance sont très traditionnelles, voire académiques, elles prennent beaucoup de temps à être mises à jour, comme les normes d'ailleurs, en fonction des évolutions galopantes des technologies, des matériaux et des systèmes d'information.

En fonction de ces constatations, les formations des acteurs devraient évoluer dans les axes suivants :

1. Pour les exploitants, qui peuvent avoir accès à la surveillance des données, une initiation à l'analyse des écrans, leur interprétation et la transformation en symptôme oral à transmettre à la maintenance pour participer au processus du diagnostic¹⁴, comme les Chefs de quart dans les salles de contrôle.
2. Pour les techniciens de maintenance, une culture d'analyse et de fiabilité, de l'explication des technologies (les capteurs actuels, les mesures physiques, la structure des données).
3. Pour les ingénieurs méthodes, le traitement de l'information, les corrélations. L'idéal serait d'avoir un service méthode, d'une part pour interpréter les résultats avec sa compétence statistique et ensuite pour traiter les projets de fiabilisation, un BlackBelt (avec un programme orienté sur les problèmes de maintenance).
4. Apporter les principes de la fiabilité à l'entreprise (graphes d'états, les graphes de Markov, les réseaux Bayésiens, les arbres de défaillance, les méthodes de résolution de problèmes, etc.)

9. Impact sur les solutions informatiques

Il faut passer du G de la GMAO (qui veut dire Gestion) à la MIAO (Maintenance Intelligemment Assistée par Ordinateur), c'est-à-dire renverser le processus d'utilisation des logiciels...

¹⁴ Un module de formation MAXOPERA existe à cet effet (1 journée)

Vaste sujet !!! Comme nous sommes dans le re-engineering des processus, on pourrait transformer, en appliquant le verlan, les ERP en PRE, c'est-à-dire :

- Prospective
- Raisonnement
- Efficience

10. Le vocabulaire de la Maintenance 4.0

Le terme maintenance prend plusieurs connotations selon les pays. Par exemple, il peut s'agir d'empêcher un arbre de tomber, donc on le maintient, mais plus généralement il s'agit de conserver une installation dans son état initial.

Le vocabulaire des normes actuelles devrait nécessiter un certain « dépolssiéragé », avec l'apparition de nouvelles démarches et de nouvelles technologies.

Prenons le cas du terme « curatif », qui veut dire au sens de la norme : remplacement à l'identique. Si on fait cela, la panne va se reproduire, car on remplace une pièce défectueuse par la même...

C'est un concept largement dépassé. Le terme « curatif » devrait être réservé à l'élimination de la cause première, car si c'est le cas, il n'y aurait plus de cause de panne¹⁵.

Quelques remarques sur le vocabulaire :

1. Preventive Maintenance (Maintenance Préventive)

La maintenance préventive se résume à l'adage comme quoi il vaut mieux prévenir que guérir. Au lieu d'attendre une panne, un planning des interventions est établi. L'objectif : éviter les pannes. Elle est catégorisée en plusieurs natures selon les Normes Européennes ;

- a. Systématique (c'est à dire calendaire)
- b. Conditionnelle (sur la base des unités d'usage, de compteurs horaires, de cycles, etc.)

2. Predictive Maintenance (Maintenance Prévisionnelle)

- c. La maintenance prévisionnelle va au-delà. Au lieu de remplacer une pièce déterminée après X heures de fonctionnement, on apprécie sa condition sur la base de résultats de mesures physiques avec des techniques du type thermographie IR, analyse des huiles, des vibrations, de la famille des systèmes

¹⁵ C'est ce qu'ont préconisé les concepteurs de la méthode MAXER dans les années 80, mais sans grande écoute des ayatollahs de la maintenance réunis en groupe de travail à l'AFNOR.

de Contrôles Non Destructifs (CND), etc. (Nota : en fait, c'est du prévisionnel, il a été inventé par des fournisseurs de solutions d'analyse de vibrations, sur le principe de base que le premier enregistrement de lois de défaillances vibratoires devait se reproduire à l'identique, ce qui est pratiquement impossible, car les éléments changés ne sont pas strictement les mêmes, les intervenants¹⁶ non plus et on n'est pas sûr de la répétitivité des procédures, etc.).

Le terme le plus adapté serait plutôt celui de proactif.

On ne peut que constater que ces actions sont ponctuelles, individuelles, isolées et sans corrélations entre elles.

3. Industrial Internet of Things (Objets Connectés)

Un des socles de la quatrième révolution industrielle est l'interconnexion de plus en plus de pièces, d'objets, d'installations permettant de nouvelles analyses, et en conséquence de nouvelles connaissances.

La concentration des données en provenance de ces objets, autant internes qu'externes dans les BigData, comportant des métadonnées, peuvent être interconnectées de manière intelligente.

Il restera l'analyse de régression et la comparaison à des métamodèles pour obtenir les informations entraînant les actions de maintenance proactives.

4. Cloud Computing

Tant les particuliers que les entreprises stockent de plus en plus leurs données dans le Cloud. Souvent, la distinction est à faire entre les données sauvegardées et traitées localement d'une part (par exemple dans des concentrateurs intelligents) et les données brutes envoyées au Cloud d'autre part, pour analyse approfondie ultérieure.

5. IA (Intelligence Artificielle)

Les géants de l'Internet, les GAFAs, investissent des sommes considérables dans le développement d'applications avec l'IA. Les percées se succèdent et touchent l'industrie avec les robots nettoyeurs, les drones d'inspection, les cobots...

¹⁶ Ne dit-on pas que les techniciens de maintenance sont d'excellents démonteurs.

Les langages de l'IA vont être utilisés pour analyser les données du Cloud afin de les comparer aux métamodèles.

6. Prognostic Maintenance

L'analyse des données va permettre d'identifier à partir de quel moment un objet risque de ne plus assurer sa fonction intrinsèquement. On utilise à cette fin déjà le machine learning, la reconnaissance de formes, et depuis peu les réseaux neuronaux et la logique floue.

7. Analyse Prédictive

On utilise dans le datamining des analyses de tendance, de reconnaissance de motifs, de portée critique et d'analyse statistique du processus, afin de prédire au mieux l'avenir sur la base des informations du passé. Les analyses prédictives intègrent le Prognostic Maintenance.

8. Maintenance Prescriptive et Analytique

C'est l'une des possibilités les plus avancées en matière de maintenance. En se basant sur le Big Data, l'analyse de graphiques, les simulations, le traitement d'évènements complexes, les réseaux neuronaux, l'heuristique et le machine learning, le prescriptif tente de répondre à la question suivante : « Que nous faut-il pour parvenir à notre objectif X ».

La maintenance prescriptive continue là où s'arrête la maintenance proactive, car elle ne reflète pas uniquement les résultats éventuels d'une certaine approche, mais identifie également l'approche la plus rapide ou la plus efficace.

9. Conclusions et Prospectives

Pour donner suite à ces constatations, ce sont les données qui vont être la base des décisions dans un futur proche...

Si on osait, on ferait la comparaison entre la médecine traditionnelle (qui agit sur les effets) et la médecine chinoise (qui agit sur les causes). Mais il y a un constat, c'est que tous les équipements sont gérés par des énergies (mécaniques, hydrauliques, pneumatiques, électriques, informatiques, etc.) et c'est la même chose pour les humains avec les méridiens qui sont les énergies du corps...

Adoptons donc notre vision vers la prospective et renversons les processus !!

Un bon plan d'entretien CVACR - Les bonnes pratiques

Marc-André Ravary ing., Développement des affaires, Les Entreprises LS



Un bon plan d'entretien d'équipements en chauffage, ventilation, air climatisé et réfrigération (CVACR) se doit d'être basé sur une structure organisationnelle forte. En effet, un bon travail d'équipe doit s'établir entre le personnel en place et/ou les entrepreneurs en externe.

Bien qu'il serait intéressant de s'attarder sur les philosophies derrière les pratiques bien connues, telles que l'entretien préventif, l'entretien prévisionnel ou encore le fameux « run until failure », cet article a plutôt pour objectif de vous présenter différents outils simples et faciles à mettre en place.

Depuis les quatre dernières années, j'ai eu l'occasion d'auditer près d'une centaine d'entreprises, allant de la PME à la multinationale, et la majorité d'entre elles ne respectait pas, ne serait-ce que de 50%, les conseils ci-dessous.

Alors, si certaines de ces étapes peuvent vous paraître évidentes, sachez qu'il n'en est pas de même pour tous.

1. Identification des équipements de CVACR

L'objectif premier de l'identification d'équipements consiste à conserver l'historique des réparations par machine. Négliger cet aspect n'est pas sans conséquence.

- Il vous est pratiquement impossible d'évaluer l'état de vos appareils.
- Vous vous trouvez exposé à de l'acharnement réactif. Autrement dit, vous investissez plus en réparations que la valeur de l'appareil lui-même en plus de vous occasionner des pertes de temps coûteuses.
- Le diagnostic est à recommencer chaque fois qu'un nouveau technicien arrive sur le chantier.
- Il devient difficile de suivre les garanties de pièces récemment remplacées.
- Il vous est pratiquement impossible d'avoir un plan de localisation.

Par conséquent, l'absence d'identification claire des équipements vous expose à de la facturation erronée et difficile à comprendre. Toutefois, si vous êtes déjà à l'affût et suivez déjà ce conseil, assurez-vous que vos identifiants sont résistants aux conditions d'opération. Cela vous évitera de perdre cette information précieuse.

2. Historique des réparations par machine

Comme mentionné au point 1, afin d'évaluer aisément l'état de vos appareils et de faire le suivi des garanties des pièces récemment remplacées, il est suggéré de conserver l'historique des réparations effectuées. Non seulement vous éviterez des pertes de temps, mais vous aurez un meilleur contrôle sur vos investissements.

3. Liste d'équipements complète

Tous vos équipements identifiés (point 1) doivent se retrouver sur une liste. Celle-ci doit être tenue à jour régulièrement et être facilement accessible. Sans quoi, vous pourriez vous retrouver confronté à l'une de ces situations :

- Les demandes de requête de prix de la compétition seront beaucoup plus longues, ce qui vous occasionnera des pertes de temps coûteuses.
- Les délais seront plus longs pour l'obtention de pièces de rechange.
- Vous ouvrez la porte aux erreurs de commande de pièces.
- Vous augmentez les risques que certaines machines ne soient pas entretenues correctement. Ce qui a pour conséquence d'augmenter le nombre de réparations en urgence.

En somme, tout comme pour le point 1, l'impossibilité de conserver un historique des interventions associées à chaque machine peut vous exposer à de la facturation erronée et difficile à comprendre. Assurez-vous que votre liste soit informatisée et sauvegardée régulièrement pour éviter de perdre l'information.

4. Plan de localisation des équipements

Le plan de localisation est principalement utile lorsque ce n'est pas toujours le même technicien qui s'occupe de faire votre entretien. Il prend d'ailleurs toute son importance lors des urgences, qui vous coûtent bien souvent le double du tarif, et donc, où les pertes de temps coûtent cher.

Ne pas avoir de plan de localisation à jour et facilement accessible peut aussi allonger les délais des diagnostics. Cela augmente, par le fait même, les risques que certaines machines ne soient pas entretenues. Par conséquent, vous augmentez les probabilités d'avoir des réparations en urgence. Tout comme pour la liste d'équipements, assurez-vous que le plan de localisation soit informatisé et sauvegardé pour éviter de perdre l'information.

5. Schéma d'écoulement

Les conséquences de l'absence de schéma d'écoulement, qui comprend la liste des valves qui le composent, sont relativement les mêmes que celles énumérées au point 4. Autrement dit, ne pas en avoir pourrait vous occasionner :

- Des pertes de temps importantes et coûteuses ;
- Des délais de réparation plus longs ;
- Des erreurs durant le diagnostic.

En fait, vous avez tout à gagner à concevoir et conserver à jour votre propre schéma d'écoulement. Cela vous permet de répondre plus rapidement en cas d'urgence. (Exemple, lors d'une fuite de réfrigérant). Vous devenez indépendant des techniciens et regagnez le contrôle de vos installations. Vous aurez alors une plus grande force de négociation face à votre entrepreneur qui pourrait, dans certains cas, avoir tendance à vous facturer un tarif plus cher.

Tout comme pour le plan de localisation des équipements, assurez-vous que le schéma d'écoulement soit informatisé et sauvegardé.

6. Contrat d'entretien

Il est extrêmement important d'avoir un contrat d'entretien clair comprenant :

- Un nombre de visites prévues, la fréquence de celles-ci et une preuve de leur exécution ;

- Un nombre d'heures allouées ;
- Un programme de contrôle de la qualité ;
- Une liste des équipements entretenus ;
- Une preuve de non-négligence.

Ne pas savoir si toutes les visites prévues sont effectuées peut vous exposer à un entretien déficient ainsi qu'à des bris prématurés. Tout comme ne pas connaître le nombre d'heures allouées à l'entretien peut vous exposer à de la surfacturation, à de la maintenance réalisée trop rapidement ou encore à des réparations qui auraient pu être évitées. Cela apporte même un avantage non négligeable : vous serez plus facilement en mesure de comparer différentes soumissions.

Le technicien sur place se doit de suivre une procédure personnalisée à votre entreprise afin de ne rien oublier. De plus, chaque appel d'entretien doit être attaché avec une liste de tâches effectuées, vous donnant ainsi tous les outils pour prouver les actions réalisées par le technicien lors de sa visite d'entretien.

À noter que le bon de travail du technicien ne constitue pas une preuve de non-négligence. C'est pourquoi vous devez avoir un registre d'entretien et de vérification par machine, tenu à jour et clairement identifié. Ce dernier pourra vous servir si vous avez à démontrer que vous avez respecté vos responsabilités.

7. Planification budgétaire afin d'éviter les surprises

Une bonne planification budgétaire est essentielle afin d'anticiper (à plus ou moins long terme) l'ensemble des déboursés qui seront à faire. Elle vous permettra, entre autres :

- D'optimiser l'impact fiscal des achats et des réparations d'équipements, selon qu'il s'agisse d'une dépense courante ou d'un investissement amortissable ;
- D'améliorer les bénéfices de l'entreprise en concentrant les efforts ainsi que les ressources sur ce qui est essentiel et ce qui rapporte réellement ;
- De réduire les coûts en limitant les sorties de fonds imprévues et, par conséquent, les intérêts qui sont reliés aux avances, aux marges ou aux prêts ;
- D'augmenter le rendement des investissements en accroissant la durée de vie des achats.

Robert, le mécanicien qui écoutait les machines ou comment faire de l'entretien prédictif 4.0 ?

Bertrand Gauvreau, Président, Andromedia Technologies

Je me souviens de mes débuts comme technicien d'entretien mécanique, il y a déjà trop longtemps ! Il y avait chez mon employeur un mécanicien d'un certain âge, pour ne pas dire d'un âge certain. Bien que quelque peu bourru, celui-ci m'a initié, à sa manière, à **l'entretien prédictif**. Ce mécanicien, appelons-le Robert, avait toujours un tournevis dans sa poche. Robert avait une habitude un peu bizarre. Lorsqu'il se déplaçait dans l'usine, il s'arrêtait systématiquement devant chaque machine sur son chemin. Il sortait alors son tournevis de sa poche, appuyait la pointe de celui-ci sur chacun des roulements de la machine, à tour de rôle, et appuyait le manche du tournevis sur son oreille. Puis il restait là quelques secondes, avec un air un peu pensif. Un jour, je me suis décidé à demander à Robert :

« Dites Robert (et oui, il fallait vouvoyer Robert !), que faites-vous avec votre tournevis ? »

Avec le regard un peu accusateur du spécialiste irremplaçable à qui le jeune ose demander son secret, Robert m'avait alors répondu ceci :

« Le jeune, les machines te parlent ! T'aurais tout intérêt à les écouter ! »

Wow ! Quel visionnaire ce Robert ! Il avait compris qu'en écoutant à intervalle fixe le bruit que fait un roulement, il pouvait déceler sa dégradation. Bien qu'il n'en fût pas conscient, Robert faisait de **l'entretien prédictif depuis plus de 30 ans** ! Toutefois, il manquait un aspect essentiel au procédé de Robert. Les valeurs caractérisant l'état de la machine étaient subjectives et pouvaient varier en fonction de son ouïe (qui ne rajeunissait pas, elle non plus...).

C'est pour cette raison que sont apparus, il y a plusieurs années déjà, les systèmes modernes d'entretien prédictif. Ceux-ci consistent essentiellement en un certain nombre de capteurs fixes ou portatifs, de systèmes électroniques de conversion des signaux et de logiciels utilisés pour interpréter les données. Parmi les types de capteurs utilisés, on peut nommer les capteurs de vibration, les capteurs de température, les sondes ampèremétriques, etc. Les capteurs portatifs sont employés par des spécialistes qui font des rondes de prise de mesures à intervalle fixe. Les données sont alors entreposées temporairement dans un boîtier portatif et transférées à la fin de la ronde dans un poste de travail servant à l'analyse. Les capteurs fixes, quant à eux, envoient leurs données directement au système d'analyse, en temps réel.

Peu importe la méthode utilisée, au final, on se retrouve avec un historique de données prises à intervalle régulier. Il est alors facile de voir les tendances qui se dessinent si, par exemple, la vibration d'un roulement augmente régulièrement sur une échelle de temps donnée. Si le tracé des points de mesure de vibration augmente selon une courbe régulière (ou presque), on peut même faire une vague estimation du moment où le roulement risque de subir une défaillance. Il est ainsi possible d'effectuer le remplacement de la pièce défectueuse avant que ne survienne

un bris. Qui plus est, ces technologies tendent à faire diminuer les coûts en entretien préventif, puisqu'il n'est plus nécessaire d'effectuer autant d'inspections visuelles planifiées qu'auparavant pour détecter les bris.

Le besoin d'avoir la prédiction des bris de plus en plus précisément a amené tout récemment l'apparition d'un nouveau type de technologie prédictive. Les **systèmes de prédiction des bris par intelligence artificielle (machine learning)**. Ces systèmes ne se contentent pas d'utiliser les valeurs des capteurs comme source de données. Ils utilisent également l'historique de la machine : ses bris, les pièces remplacées, ses codes d'erreur, etc. Ceci afin de créer un **modèle mathématique prédictif extrêmement performant**.

Il est ainsi possible de configurer ces équipements pour qu'ils calculent, de manière tout à fait autonome, la **durée de vie restante de la machine avant le prochain bris**, ainsi que la pièce potentiellement responsable de ce bris. Aujourd'hui, une information aussi extraordinaire est rendue possible grâce à plusieurs technologies de la **4^e révolution industrielle**, soient **l'internet des objets industriels (capteurs IIOT), le Big Data infonuagique et l'intelligence artificielle**.

Une chose est certaine : tout comme le tournevis était l'outil que Robert utilisait pour prédire les bris à venir des roulements de ses machines, les données sont le nouvel outil de prédilection dans le domaine de la prédiction intelligente des bris.

N'attendez donc plus. Commencez dès maintenant à historiser tous les événements et les valeurs de fonctionnement liés à vos machines critiques ! Ensuite, contactez-nous pour savoir comment nous pouvons vous aider à prédire les bris de vos machines critiques.

Choisissez la bonne méthode de lavage de votre flotte et réduisez le temps de lavage des camions

Pierre Trudel, Fondateur, Unimanix

Qu'il s'agisse de camions légers, moyens ou lourds, de gros transporteurs ou de gros camions de transport hors-route, ces véhicules en voient de toutes les couleurs sur la route. En tant qu'exploitant de flotte, vous savez que vos camions luttent toujours contre la corrosion, la saleté et la boue.

Avantages de maintenir la flotte propre

Les exploitants de flottes de véhicules, les propriétaires et les conducteurs veulent tous un camion propre. Les avantages sont nombreux et évidents, y compris la protection contre la corrosion, l'augmentation de la durée de vie de vos camions et, bien sûr, le maintien de l'image de marque sont des avantages prouvés que vous obtiendrez simplement en gardant une flotte propre.

Facteur temps dans les coûts de main-d'œuvre du lavage de camion

Je suis sûr que vous conviendrez que l'objectif d'établir un programme d'entretien est double, soit d'instaurer une routine régulière de lavage de la flotte tout en réduisant la fréquence d'entretien des véhicules. Cependant, avec le lavage régulier de la flotte vient le défi de la gestion des coûts de la main-d'œuvre. La main-d'œuvre nécessaire pour garder votre camion propre s'ajoute au coût du temps passé par votre chauffeur à ne pas être sur la route. Quand il s'agit de laver la flotte, le temps c'est de l'argent.

Dans cet article, nous examinerons différentes méthodes de lavage de la flotte pour vous aider à déterminer laquelle convient à votre opération de camionnage.

Système de baie de lavage

Le système de baie de lavage est l'une des méthodes les plus efficaces pour le nettoyage de la flotte. C'est un système de lavage entièrement automatisé. Les systèmes de baie de lavage nécessitent une main-d'œuvre minimale, seul le conducteur étant en attente pendant que le camion effectue le cycle de lavage et de rinçage automatique.

Investir dans un système de baie de lavage est populaire auprès des propriétaires de grandes flottes. L'avantage de posséder votre propre système de baie de lavage est la capacité de mieux gérer le temps d'attente du conducteur, la consommation d'eau et de carburant et ainsi de réduire le temps de lavage de la flotte.

Pour les petites entreprises ou les camionneurs indépendants, la gestion du temps peut être plus difficile puisque vous utilisez probablement des équipements de lavage publics.

Considérez toutes les méthodes et options de lavage, y compris l'embauche de laveurs haute pression professionnels pour faire le travail ou opter pour une unité de lavage à haute pression mobile.

Laveuse à pression haute puissance

Il y a de bonnes nouvelles ; le lavage à pression est synonyme de qualité. Si l'on compare le lavage à la main avec un seau pour chaque véhicule au lavage à haute pression, ce dernier fait simplement le travail plus rapidement. En fin de compte, le temps de nettoyage rapide vous permettra d'économiser de l'argent.

D'un autre côté, vous aurez besoin d'estimer le coût supplémentaire dans le temps nécessaire au lavage en raison de l'augmentation de la consommation de main-d'œuvre, d'électricité, d'eau et de carburant lors du lavage à pression. Plus vous ou votre chauffeur prenez du temps pour laver chaque camion, plus les coûts des services publics augmentent.

Vous pourriez peut-être envisager d'investir dans une laveuse à haute pression Unimanix, qui comprend une formation de méthode d'application appropriée pour vous garantir les meilleurs résultats le plus rapidement possible. Ne sous-estimez pas ce qu'une formation correcte pour laveuse à haute pression fera pour votre portefeuille.

De plus, il existe des méthodes de lavage haute pression qui peuvent réduire les coûts d'électricité, d'eau et de carburant en fournissant tout de même des résultats de nettoyage fiables et de haute qualité. Vous devriez peut-être jeter un coup d'œil à la méthode de lavage de flotte en une seule étape mise en évidence dans notre article précédent, « 8 meilleurs conseils de lavage à pression de flotte / camion ».

Influence du détergent dans le temps de lavage des camions

Avoir le bon détergent, la bonne température d'eau et un temps de pause adéquat sont tous des éléments cruciaux pour une bonne gestion du temps lors du lavage à haute pression. Voici une liste rapide pour vous aider à gérer les coûts de l'application de détergent dans la gestion du temps de lavage des camions.

- Détergent de qualité : si vous utilisez du savon qui n'élimine pas le film routier, vous devrez peut-être brosser à la main à l'aide du savon, puis rincer ;
- Quantité de détergent : trop ou pas assez, les deux détermineront la qualité du travail de nettoyage et, en bout de ligne, le coût supplémentaire ;
- Temps de pause : prévoyez une durée suffisante pour laisser le détergent agir, lisez les instructions et posez-vous des questions avant l'achat, afin de ne pas gaspiller d'argent ;
- Climat : lors des jours froids et nuageux, il se peut que vous deviez laver une deuxième fois parce que le savon n'a pas pénétré aussi rapidement que prévu.

Recherche des meilleures méthodes de lavage de flotte

Comme vous pouvez le constater, que vous soyez un propriétaire de grande flotte ou un chauffeur de camion indépendant, prendre le temps de rechercher quelle méthode de lavage de

camion vous fournira les plus rapides et les meilleurs résultats de nettoyage vous est bénéfique. Il existe des méthodes éprouvées de lavage de flotte qui peuvent aider à réduire le temps de lavage des camions.

La gestion optimale des actifs : une partie intégrale de la stratégie des entreprises performantes

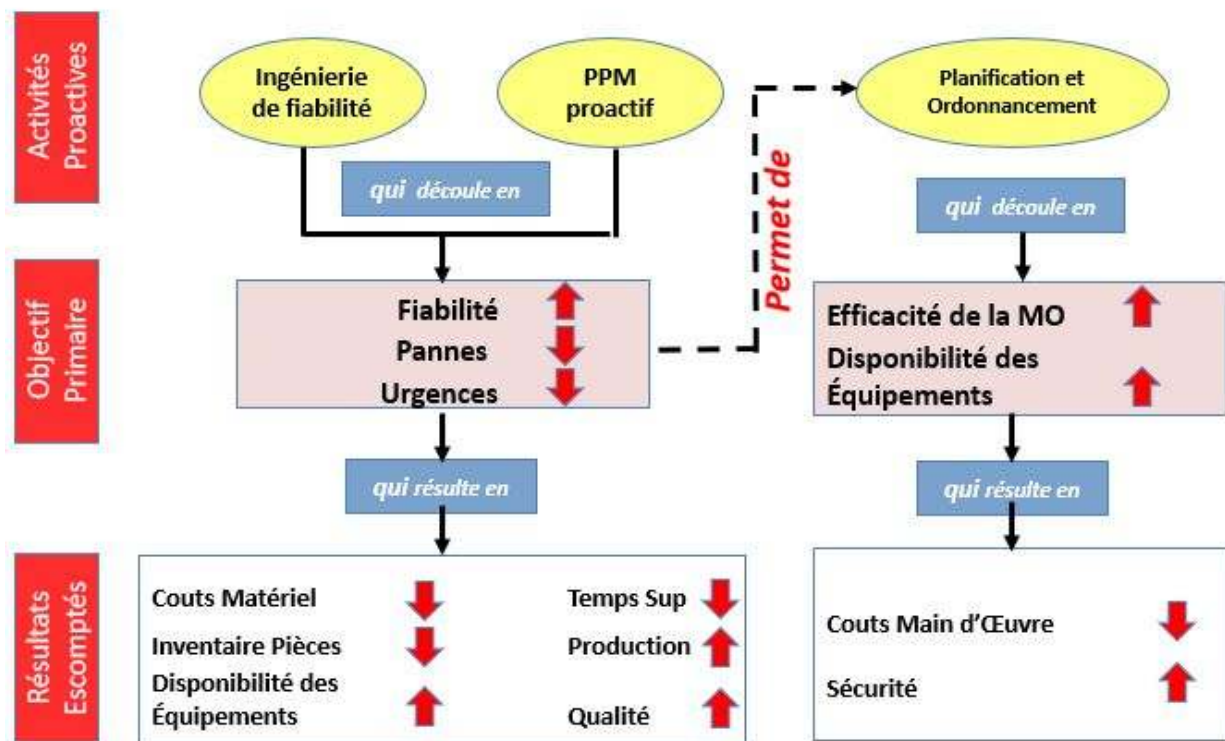
L'équipe de STI Maintenance

Les entreprises les plus performantes intègrent les meilleures pratiques en gestion des actifs dans leur modèle d'affaires. Celles-ci sont vues comme essentielles à l'atteinte des résultats de production, de qualité, et les résultats financiers et en SSE.

Ce texte résume les éléments essentiels afin qu'un département de maintenance développe son propre plan quantifié en valeur et avec des actions concrètes ciblées ayant un impact efficient sur les résultats, afin d'intégrer le plan d'affaires de l'entreprise.

La fiabilisation et la planification vont de pair :

Sans planification, la fiabilisation n'a pas de support de réalisation alors que sans fiabilisation, on ne planifie que les urgences et les périodiques !

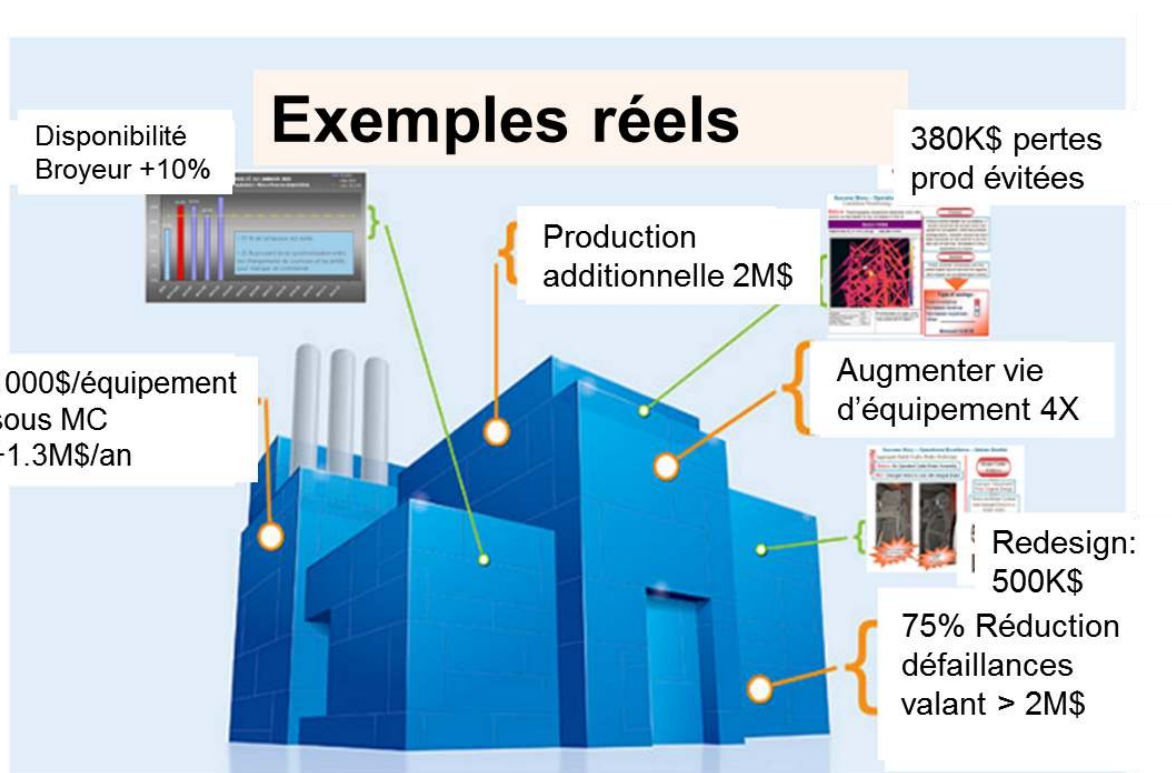


La fiabilisation découle d'entretien préventif et prédictif ciblé ainsi que de l'utilisation de méthodes pour corriger les causes des défaillances. Il en résulte une réduction des pannes et

des urgences ; donc une augmentation de la fiabilité des équipements. Les impacts sur les résultats d'un site sont une réduction des coûts de matériel, des inventaires requis et du temps supplémentaire. De plus, nous assistons à une augmentation de la disponibilité des équipements, de la production et à une amélioration de la qualité.

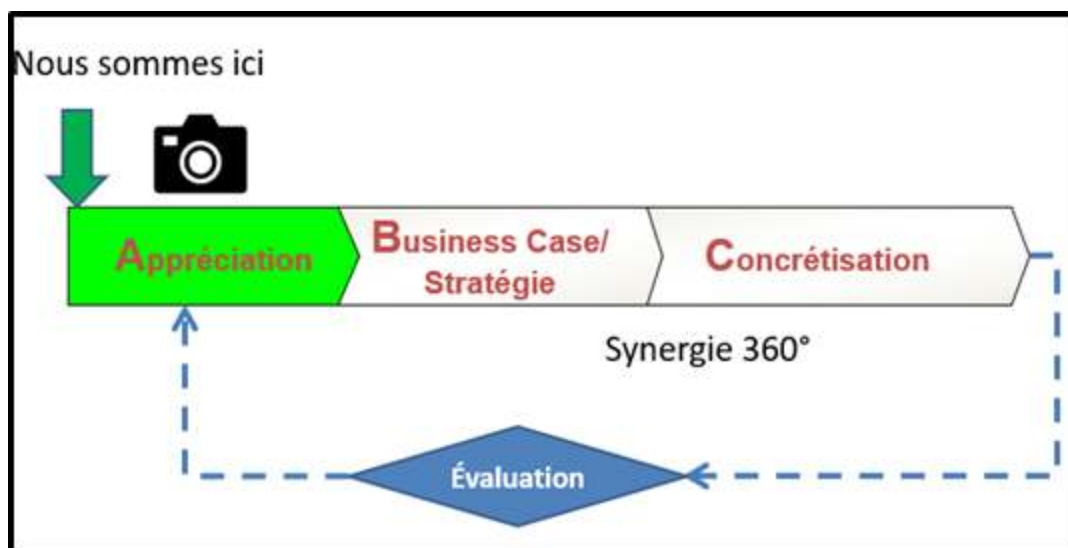
Une diminution des urgences permet de planifier davantage le travail en maintenance. Le travail désormais planifié mène à une réduction de la durée des temps d'arrêt et améliore l'efficacité de la main-d'œuvre. Le tout ayant comme résultat une plus grande production et une amélioration de la productivité et de la sécurité.

Cette relation entre les activités en gestion des actifs et les impacts sur les résultats d'une entreprise permet, en utilisant des « *Benchmarks* » et des modèles prédictifs, de bâtir un plan d'affaires supportant pleinement la stratégie de l'entreprise et, conséquemment, une stratégie d'implantation orientée vers des résultats concrets et démontrables.



La méthode ABC de STI Maintenance :

La méthode ABC développée par **STI Maintenance** utilise ces connaissances pour accompagner un site dans le développement d'un plan d'affaires, pour le département de la maintenance, qui est adapté avec la stratégie de l'entreprise.



L'approche commence par la prise d'une « photo » de la situation actuelle, car il est essentiel de mettre à profit ce que les employés font déjà et de tenir compte du niveau d'adhérence à la culture fiabilité au sein de l'entreprise.

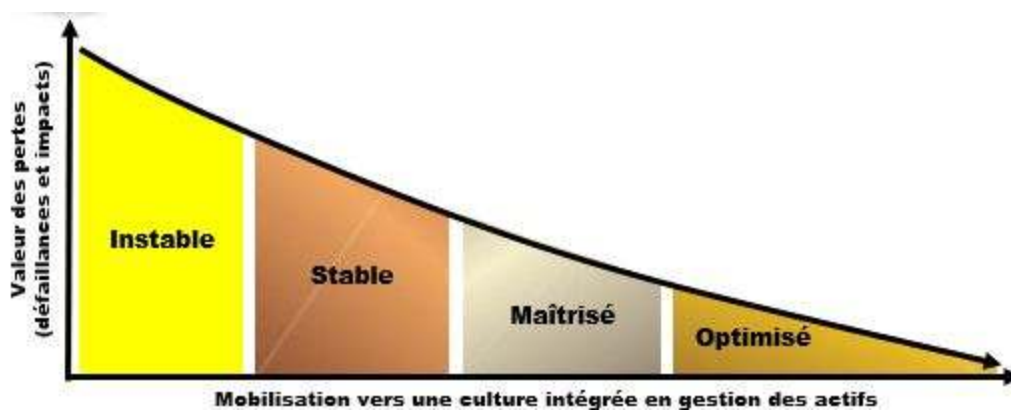
À partir de la situation actuelle, il est possible de développer un plan d'affaires (ou « *Business Case* ») réaliste basé sur les réalisations déjà en place et le niveau d'adhérence à la culture fiabilité.

Des plans tactiques de 100 jours sont déployés, révisés et relancés régulièrement, et permettent d'obtenir une progression régulière des améliorations.

L'amélioration des pratiques en fiabilisation et planification doit être alignée avec le niveau d'adhérence à la culture fiabilité. Lors de l'évaluation de la situation actuelle, à l'aide de visites de site, d'entrevues, de validation d'exemples et de participation aux rencontres clés, il est possible d'observer les comportements et la mise en œuvre des pratiques afin de déterminer le niveau de maturité de l'organisation par rapport à la culture fiabilité. En fait, plus le niveau de maturité est élevé, meilleure est la mobilisation de tous dans l'organisation pour supporter les objectifs maintenance de l'organisation, dont la fiabilisation est alors partie intégrante, et plus l'organisation est en contrôle et est performante.

Conclusion : STI Maintenance propose une approche personnalisée à l'amélioration de la gestion des actifs. Cette approche d'accompagnement aide une organisation à évaluer son

niveau d'adhérence à la culture fiabilité et propose d'utiliser des pratiques adaptées pour obtenir un maximum de résultats concrets en ligne avec le plan de match de l'organisation.



Augmentez votre fiabilité, sauvez du temps et augmentez la sécurité de votre usine avec des accéléromètres permanents !

Michel Gariepy, Consultant en Fiabilité, Contrôles Laurentide

Introduction

L'accéléromètre a été développé à la fin des années 70 début 80.

À partir de 1996, l'accéléromètre est devenu le capteur par excellence pour l'analyse vibratoire.

Ils sont construits en utilisant un certain nombre de technologies différentes, mais pour les mesures d'usage général de mesure vibratoire des machines, la conception la plus courante est l'accéléromètre à quartz piézoélectrique.

L'accéléromètre produit un signal électrique directement proportionnel à l'accélération de la vibration absolue mesurée. Sa conception permet de mesurer efficacement non seulement l'accélération, mais aussi la vitesse et le déplacement (absolu), moyennant l'intégration du signal dans un instrument d'analyse des vibrations.

Afin d'élaborer et de mettre en œuvre la stratégie la plus rentable de maintenance et de surveillance des conditions, et d'utiliser au mieux les dépenses d'immobilisation et d'exploitation, les programmes de fiabilité des grands secteurs manufacturiers emploient des capteurs montés en permanence.



Avantages des montages permanents

Pour assurer une longue durée de vie de la machine, il est important de déterminer l'état de santé de celle-ci pendant son fonctionnement. Et ça, pour toutes les machines critiques et tous leurs roulements. Pour cette raison, il est nécessaire d'avoir des capteurs installés en permanence sur tous les points de mesure des machines critiques impliquées dans les processus de l'usine.

La sécurité est un premier critère qui détermine les besoins en capteur installé de façon permanente sur les machines critiques. Pour certaines machines, en raison de leur emplacement, et/ou de leur conception parfois dangereuse, il peut être impossible d'obtenir des

données vibratoires avec un analyseur de vibrations portatif ; présence d'environnement dangereux dans la zone de fonctionnement de la machine, système de protection des machines ou grande dimension de certaines machines sans accès sécuritaire.

De plus, il y a souvent des machines situées dans des zones de production inaccessibles. C'est-à-dire dans des pièces à accès restreint, qui ne sont pas accessibles pour le technicien en analyse vibratoire lorsque l'usine est en pleine production. Des capteurs installés de façon permanente avec le câblage menant de la zone restreinte ou inaccessible à une boîte de jonction permettront de suivre la condition de ces machines de façon plus rapide et moins onéreuse.

Des mesures vibratoires à l'aide de montage permanent auront aussi tendance à produire de bons résultats dans des plages de fréquence plus élevées. Ce qui est très efficace pour le suivi de santé des roulements (lubrification et défauts). Les données en général seront moins influencées par les bruits environnants, plus précises et hautement reproductibles.

Cependant, pour atteindre ces résultats, l'installation initiale nécessite plus de soins, et plus de temps. Les installations à montage permanent tendent également à être plus onéreuses à cause de la dédicace d'un capteur à chaque point de surveillance. Cet investissement supplémentaire peut facilement être compensé lorsque les analystes sont en mesure de collecter de meilleures données de manière plus efficace et plus rapide.

Des capteurs montés de façon permanente avec un boîtier de raccordement pour les prises de mesures peuvent non seulement résoudre les problèmes de sécurité, mais peuvent améliorer les temps de collecte de données de plus de 50%.

Et ce type de montage de capteurs pourra servir ultérieurement pour les systèmes de lecture vibratoire en continu.

Nécessité des capteurs permanents

Les emplacements des capteurs et le nombre de capteurs montés sur chaque machine sont généralement déterminés par la criticité de la machine par rapport au processus de l'usine et de l'accessibilité.

Afin de déterminer si une machine nécessite des capteurs installés en permanence, une stratégie globale de maintenance utilisant un système de classification « état de la machine » basée sur les trois classifications principales pour définir l'état de celle-ci est souvent mise en œuvre ;

- Si selon l'étude, la machine est catégorisée « fonctionnement jusqu'à défaillance » il n'est pas nécessaire d'installer de capteurs permanents.
- Pour les machines qui sont suivies en « maintenance préventive ». Même si ces machines sont révisées régulièrement, il faut décider de la criticité selon les probabilités de bris de ces équipements et installer des capteurs si l'accès est restreint pour toutes raisons valables.

- Pour les machines suivies de façon périodique en analyse vibratoire, on installe des capteurs selon les besoins observés par le technicien. Une fois qu'il a été déterminé quelles machines sont sélectionnées pour des capteurs permanents, le technicien en vibrations peut alors décider du nombre de capteurs requis.

Chaque machine suivie doit avoir au moins un capteur par roulement. Sur les machines très critiques, il est préférable d'avoir un capteur axial par machine et un capteur horizontal et vertical par palier. Si la machine en question est en double (sauvegarde) et ne provoque pas l'arrêt de l'usine, un capteur axial et un capteur horizontal sur un palier avec un capteur vertical sur l'autre roulement devraient fournir des données de base suffisantes pour la plupart des situations.



processus d'analyse.

Il est important de comprendre que les multiples forces créées dans la machine peuvent faire déplacer celle-ci dans toutes les directions. Donc, une mesure unique ne peut pas toujours être suffisante pour une analyse complète du mouvement de la machine. En général, la vibration doit être mesurée dans les trois directions principales. Aussi, certains défauts peuvent être très directionnels. Mesurer dans différentes orientations sera très utile au cours du

Localisation de l'accéléromètre

La localisation du capteur est critique. Idéalement, la sonde doit être aussi proche que possible de la source d'énergie. Le chemin que doit parcourir l'énergie pour atteindre le capteur est appelé la voie de transmission. Les machines industrielles contiennent des paliers qui supportent l'élément rotatif primaire de celle-ci. Étant donné que le poids de l'arbre et de ses composants rotatifs est supporté par les paliers, cet emplacement donnera le meilleur trajet de transmission des vibrations des composants de la plupart des forces présentes.

Placez le capteur de telle sorte que le trajet de transmission des forces soit le plus court possible. L'accéléromètre doit également être placé aussi près que possible de la ligne médiane de l'arbre.

L'évaluation exacte de l'état de la machine dépendra de la précision des données de vibration collectées. La façon dont le capteur est monté et l'emplacement sont directement liés à la précision de la mesure et, finalement, l'évaluation finale de l'état de la machine.

Installation de l'accéléromètre

Les capteurs permanents demandent certaines précautions au niveau de l'installation. La préparation de la surface doit être faite avec soin : elle devrait être planée et dépourvue de

peinture. Le câble doit être fixé, mais suffisamment relâché pour éviter des contraintes au niveau des connexions.

Le capteur doit être monté directement sur la surface de la machine pour mesurer correctement les vibrations. Cela peut être accompli par différents types de montage permanent à l'aide de colles adhésives ou de goujons filetés.

Chaque accéléromètre a une caractéristique de réponse différente, en fonction de la technique de montage utilisée pour la collecte de données. Il faut retenir que plus l'accéléromètre est fixé rigidement, plus grande est sa plage d'utilisation en fréquence, particulièrement dans les hautes fréquences. La réponse linéaire efficace d'un capteur monté avec un adhésif est reproductible jusqu'à environ 10 000 Hz. Un capteur vissé sur une surface lisse fournira une réponse linéaire efficace jusqu'à environ 16 000 Hz.



Il faut se rappeler aussi que les capteurs ont des températures maximales d'opération. Ces hautes températures risquent d'endommager le capteur en cas de dépassement de leur température d'opération. Si, après un relevé vibratoire, vous découvrez que la signature n'est pas bonne, une des causes peut être attribuée à la température. Vérifiez la température de l'emplacement du capteur. Si celle-ci dépasse la température recommandée, il faut installer un capteur pour haute température.

Conclusion

Les quatre facteurs suivants ont prouvé le succès de la surveillance permanente des vibrations des machines :

- Réduction ou élimination de l'exposition aux risques de sécurité.
- Réduction du temps de collecte des données tout en augmentant la répétabilité et les données.
- La possibilité de collecter des données sur des composants de la machine auparavant inaccessibles.
- Une solution économique pour éviter des pannes potentiellement coûteuses.

La tâche auparavant dangereuse et difficile de surveillance de certains points des machines peut maintenant être remédiée par l'installation d'accéléromètres permanents. Les équipements qui étaient rarement surveillés peuvent désormais être intégrés dans un programme de maintenance prédictive programmé régulièrement.

Merci à notre partenaire !

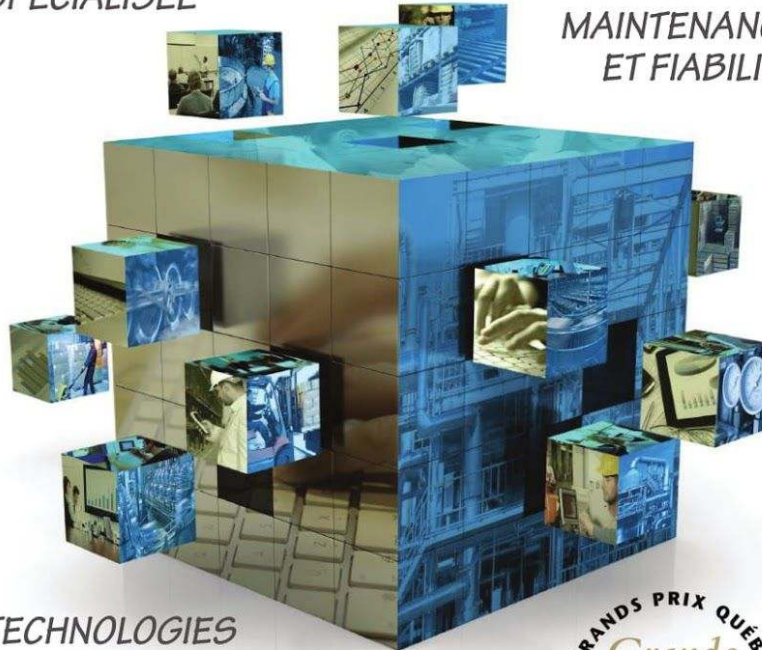


sti maintenance

(GESTION DES ACTIFS)³

PRÊT DE
MAIN-D'ŒUVRE
SPÉCIALISÉE

MAINTENANCE
ET FIABILITÉ



TECHNOLOGIES



NOTRE MISSION :
« Aider nos clients à mieux gérer leurs actifs »

1946, rue Davis, Jonquière | 418-699-5101 | stimaintenance.com