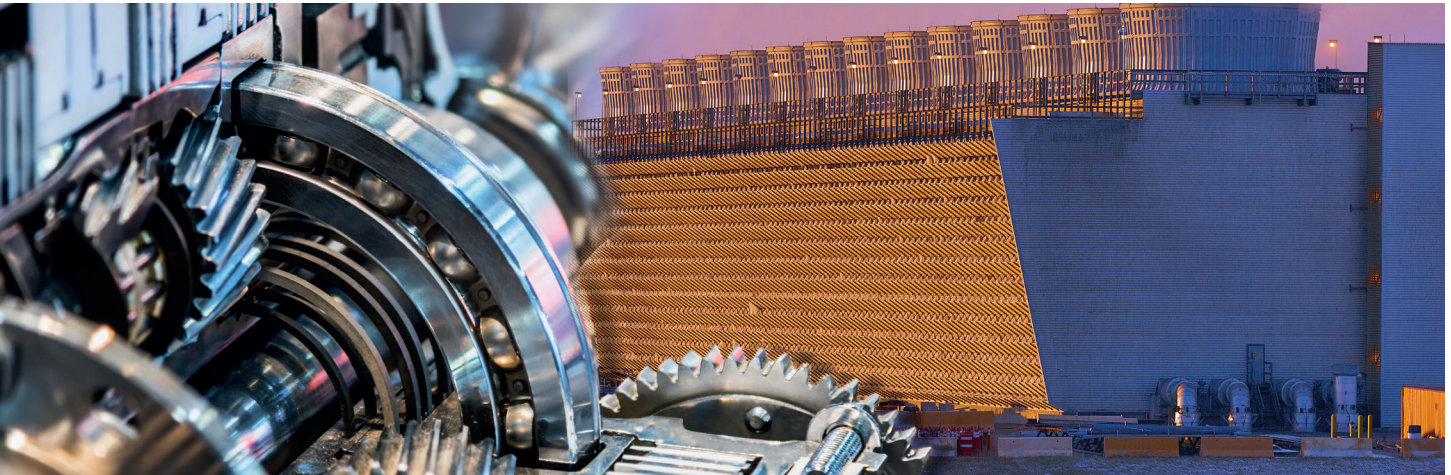


SURVEILLANCE MACHINES TOURNANTES



Transmetteurs de vibrations

Surveillance des machines et des installations



Capteurs de vibration

Systemes d'affichage et de surveillance



Capteurs sans fil

Surveillance à distance



INTRODUCTION

Réussir dans le domaine de la maintenance et de la surveillance des machines, implique le fait de savoir **mesurer une grandeur physique**.

Ce n'est qu'avec des résultats fiables qu'il est possible d'évaluer l'état d'une machine ou d'une installation sur la base de données actuelles et historiques.

Les défis à relever sont les suivants :

- Paramètres et grandeurs d'état significatifs et mesurables
- Mesures appropriées et évaluables
- Points de mesure accessibles d'une part et permettant d'autre part une adaptation des CAPTEURS nécessaires
- La manipulation des données mesurées associée à une analyse de signal ciblée et la détection de modèles (valeurs limites, symptômes)

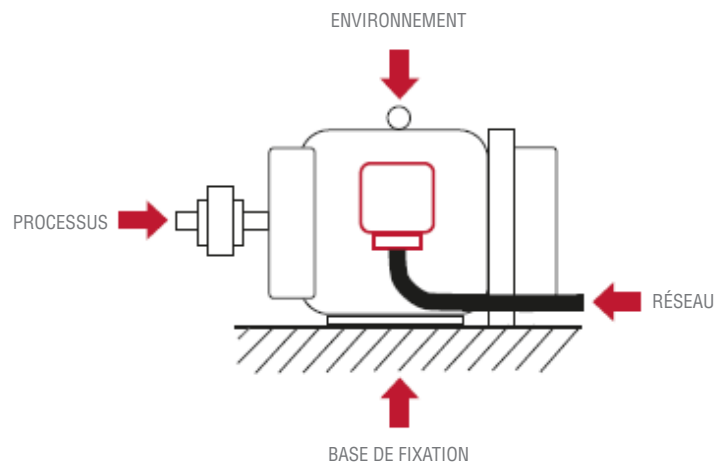
BASES

La défaillance d'une machine ou d'une partie de la machine dans une utilisation industrielle entraîne des coûts élevés pour deux raisons. D'une part, les dommages sont déjà très avancés en cas de défaillance. Une réparation est alors plus onéreuse ou impossible. D'autre part, un dommage machine provoque une panne de production alors que des erreurs détectées précocement peuvent être corrigées dans le cadre des temps d'arrêt prévus.

Pour évaluer l'état de la machine en vue d'une détection précoce des erreurs, différentes approches sont possibles. La plus courante est l'analyse des vibrations qui se produisent, qui fournit des informations sur les contraintes dynamiques qui apparaissent en fonctionnement. Les vibrations de la machine ne sont pas seulement générées par l'appareil. Des vibrations supplémentaires sont transmises à la machine via la base de fixation et l'environnement, ou causées par le réseau d'alimentation.

Le contrôle régulier de la vibration de la machine améliore la durée de vie de la machine d'une part et la sécurité d'installation et d'exploitation d'autre part. De plus il permet de réduire l'intensité sonore.

INFLUENCES SUR LE COMPORTEMENT VIBRATOIRE D'UNE MACHINE





OSCILLATIONS ET VIBRATIONS

Les oscillations sont des variations temporelles répétées des valeurs d'état. Dans le contexte de la mécanique, on entend par vibrations le mouvement de substances ou de corps autour de leur point de repos. On parle de vibrations périodiques (c'est-à-dire répétitives) associées à une déformation d'un corps. Dans ce manuel, les deux termes sont utilisés de manière synonyme.

Les vibrations sont décrites en trois dimensions mécaniques : Accélération, vitesse et déplacement. Les trois grandeurs peuvent être converties par différenciation et intégration entre elles. Dans la pratique, la conversion des grandeurs est problématique et parfois impossible, car des erreurs de mesure comme le bruit lors de la conversion entraînent de fortes variations.

La caractéristique des vibrations est que les trois grandeurs changent (quasi) périodiquement, c'est-à-dire que l'évolution du signal se répète constamment.

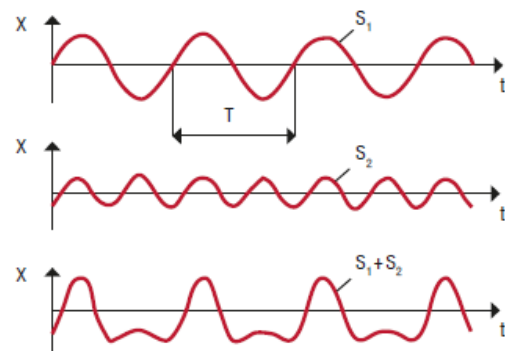
TRANSFORMATION DE FOURIER

Grâce à une transformation de Fourier (FFT), les signaux périodiques enregistrés numériquement (par exemple un signal de vibration) sont décomposés par calcul dans un spectre, c'est-à-dire une série d'ondes sinusoïdales de différentes phases et fréquences. Les différentes ondes sinusoïdales sont également appelées ondes harmoniques et correspondent entre autres aux vibrations élémentaires à partir desquelles le signal vibratoire mesuré a été composé. Par des chocs, les machines et les pièces de machines sont en outre stimulées à large bande (donc avec plusieurs harmoniques). La comparaison des amplitudes des différentes ondes avec un profil de consigne permet de détecter et localiser les défauts de la machine, à condition que les caractéristiques essentielles de la machine étudiée soient connues.

Il convient de noter que les harmoniques de haute fréquence sont considérablement atténuées par rapport au spectre d'accélération dans le spectre de vitesse et en particulier dans le spectre de course. La plupart du temps, un diagnostic de la machine est donc effectué en cas d'anomalie sur la base du signal d'accélération

Dans les machines, les vibrations sont principalement causées directement et indirectement par des pièces en mouvement rotatif. Lorsque l'on regarde les vibrations de la machine, on remarque qu'un signal sinusoïdal univoque n'est pas toujours perceptible, comme on peut s'y attendre du fait d'un mouvement rotatif. Au contraire, plusieurs vibrations provenant de sources différentes se superposent.

Ainsi, outre l'arbre du moteur, par exemple, les engrenages d'une boîte de vitesses connectée qui tournent avec d'autres vitesses que l'arbre, provoquent des vibrations avec d'autres fréquences. La superposition de différentes vibrations rend difficile l'évaluation d'un signal vibratoire dans un premier temps, car on ne perçoit pas à première vue comment se compose le signal mesuré.





DÉTECTION DE DÉFAUTS MACHINE

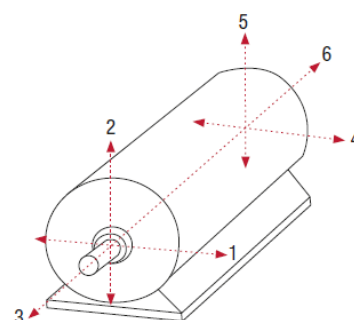
Les oscillations sont généralement mesurées à l'aide de capteurs d'accélération piézoélectriques. Ils sont fixés sur les éléments stationnaires de la machine à surveiller. Des capteurs placés sur les boîtiers de roulement ou les protections de roulement fournissent des informations sur les stimuli du rotor, des roulements ou de la machine d'entraînement. La détection des oscillations au niveau des carters de stator, provoquées principalement par des sollicitations électromagnétiques dans l'entrefer, ne nécessite généralement pas de points de mesure supplémentaires en raison du couplage mécanique avec le boîtier de la machine.

La mesure des oscillations se fait horizontalement, verticalement et axialement, comme le montre le schéma de la machine à droite.

En cas de surveillance permanente de l'état de la machine, on ne mesure parfois qu'horizontalement pour réduire les coûts. Souvent, les vibrations mesurées contiennent des proportions provenant de machines ou de parties d'installation voisines.

L'évaluation des vibrations mesurées se fait conformément aux normes applicables (DIN ISO 10816, VDI 3839, VDI 3841, etc.). Les influences extérieures agissant sur la machine, telles que les dispositifs de bâtiments, doivent être prises en compte.

La surveillance de l'état de la machine pour augmenter la disponibilité et la sécurité de la machine est également appelée Condition Monitoring (suivi de l'état).



INDICATIONS MESURÉES
 1 + 4 > HORIZONTAL
 2 + 5 > VERTICAL
 3 + 6 > AXIAL

				11,0 mm/s
D				7,1 mm/s
				4,5 mm/s
C				3,5 mm/s
				2,8 mm/s
B				2,3 mm/s
				1,4 mm/s
A				0,71 mm/s
Support rigide	Support souple	Support rigide	Support souple	Base de fixation
machines moyennes 15 kW < P < 300 kW		grosses machines 300 kW < P < 50 MW		Type de machine
Moteurs : 160 mm < H < 315 mm		Moteurs : 315 mm < H		
Groupe 2		Groupe 1		Groupe

Vitesse d'oscillation (valeur RMS)
 (10 - 1000 Hz, $r < 600 \text{ min}^{-1}$)
 (2 - 1000 Hz, $r < 120 \text{ min}^{-1}$)

A	NOUVELLE MACHINE
B	FONCTIONNEMENT EN CONTINU ADAPTÉ
C	FONCTIONNEMENT À COURT TERME AUTORISÉ
D	NON AUTORISÉ

Extrait de la partie 3 de la norme DIN ISO 10816 : Évaluation des vibrations des machines par des mesures sur des parties non-rotatives

ERREURS CLASSIQUES DES MACHINES

La plupart des défauts de machines sont dues à des causes typiques récurrentes. Les personnes qui s'occupent du Condition Monitoring (suivi de l'état) doivent être familiarisés avec ces types de défauts afin de pouvoir rapidement les circonscrire et prendre les mesures appropriées pour les corriger.

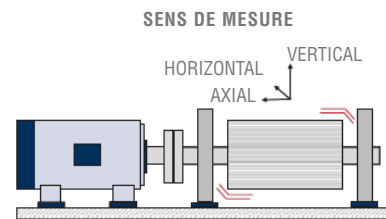
ANALYSE DES DÉFAUTS

Pour la localisation des dommages et autres irrégularités des éléments tournants, le spectre de fréquence est comparé aux fréquences d'excitation cinématiques. Les anomalies individuelles entraînent des changements caractéristiques du comportement en vibrations

Pour évaluer ces changements, des informations détaillées sur la machine étudiée sont nécessaires, en complément de la connaissance des défauts typiques.

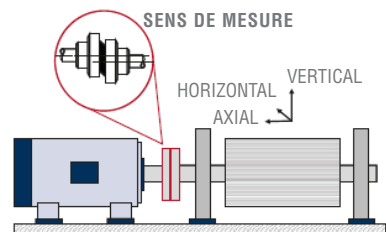
DÉSÉQUILIBRAGE

La cause des vibrations accrues sur les machines avec des masses rotatives sont souvent dues à des déséquilibres. Ils provoquent une usure prématurée des roulements, des cadres de machine et des fondations et se produisent par exemple en raison de l'usure et des salissures sur les pales des ventilateurs. La correction d'un balourd est appelée équilibrage.



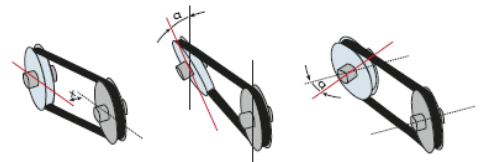
ALIGNEMENT

Les accouplements relient les arbres de différentes machines et pièces de machines. Lorsque les ondes sont horizontalement et verticalement décalées, les amplitudes de vibrations augmentent. Sur les deux machines connectées, ces vibrations apparaissent en phase opposée.



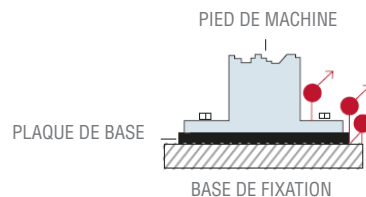
COURROIE

Outre les accouplements, les courroies de transmission sont une autre façon de relier les pièces en rotation. Un alignement imprécis des poulies est identifiable sur la base de la fréquence de vibration et doit être corrigé pour réduire l'usure du matériau.



PIED DE MOTEUR LIBRE

Lorsque les vis de montage du moteur se desserrent au pied ou sur la plaque de bride, le comportement en oscillation est fortement influencé.



Immeuble Discovery

Parc Technologique - Route de l'Orme 91190 Saint Aubin
Tél : 01 69 33 19 60 | Email: info@pcbpiezotronics.fr | www.pcbpiezotronics.fr
Twitter : @PCBFrance
LinkedIn : [pcbpiezotronics-fr](https://www.linkedin.com/company/pcbpiezotronics-fr)

Les produits PCB Piezotronics bénéficient de plusieurs certifications :

- ISO 9001 pour le contrôle et l'amélioration permanente de la qualité de fabrication
- AS 9100 pour le management de la qualité dédié aux domaines aéronautique, spatial, défense et armement
- ISO 17025 par l'organisme A2LA (reconnu COFRAC) pour les méthodes d'étalonnage