

## ACVM Programme de Certification Catégorie 1 – Objectifs de Performance de Collecte de Données

### **Mise en contexte**

Ces objectifs de performance déterminent l'étendue des connaissances et tâches qu'un individu certifié Catégorie 1 devrait pouvoir accomplir dans le cadre de son travail.

Ces objectifs sont basés sur les normes ISO 18436-2:2014(E) et furent conçus par les membres du Comité de la Formation et de la Certification de l'ACVM.

Les titres sont tirés de l'Annexe A Table A.1 des normes ISO et nous avons les droits de reproduction.

Le texte complet des normes est accessible aux membres de l'ACVM. Ce texte est sous licence et se trouve au site internet [www.cmva.com](http://www.cmva.com) en cliquant sur l'onglet Members Only/Pour membres seulement.

L'objectif principal (mais non exclusif) de chaque catégorie est indiqué par le titre. Vous devez connaître la terminologie associée à chaque catégorie.

Le pourcentage alloué est sensiblement le même que celui des normes ISO indiquant le nombre d'heures allouées à chaque sujet basé sur un cours de 30 heures.

### **Examen et Certification**

Toute personne qui rencontre les critères de performance indiqués devrait être capable de réussir le test qui en découle.

De façon générale, il y aura à peu près le même pourcentage de questions d'examens attribuées à chaque sujet que le nombre d'heures suggérées par les normes ISO. Chaque examen est constitué de 60 questions à choix multiples ou de questions vrai ou faux. Chaque fois que l'examen est présenté, une nouvelle version est soumise aux candidats.

Les questions sont directes. Ne cherchez pas de sous-entendus. Si vous trouvez qu'une question est piégée, qu'elle est mal formulée, qu'elle n'est pas assez explicite ou qu'elle est injuste, inscrivez vos notes personnelles dans la marge du test devant la question problématique. Vos remarques seront certainement prises en considération dans l'allocation des points et cette question sera certainement révisée avant qu'elle ne soit soumise à nouveau dans un test.

Les termes insérés dans des {accolades} sont des codes qui seront utilisés lors de l'évaluation des questions après que l'examen soit écrit. Ignorez-les.

La certification au niveau de la Catégorie 1 requiert également l'exécution d'un stage en collecte de données.

Nombre d'Heures Allouées pour Écrire l'Examen.

Catégorie	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
# de questions	60	100	100	60
# d'heures allouées	2	3	4	5

### **1. Principes de Vibration 20%** - environ 12 questions par examen

Dans cette section, préparez-vous à utiliser des unités de mesures selon le système Anglais (mils, pouces par seconde) et selon le système métrique (micromètres [ $\mu\text{m}$ ], millimètres par seconde) selon les besoins.

#### **Définitions, Mots inter-reliés.**

Définir la vibration, une vibration périodique et une courbe sinusoïdale.

Définir une période et une fréquence. Définir "1X". Définir l'amplitude. Définir une donnée globale, moyenne quadratique [RMS], des lectures crête et crête-à-crête.

Définir un domaine temporel, une onde temporelle, un spectre, le domaine fréquentiel et les ordres.

Définir le déplacement, la vitesse et l'accélération et les mettre en relation avec les unités appropriées (Anglais ou métrique). Identifier les applications les plus courantes des lectures en accélération, en vitesse et en déplacement sur des composantes et la gamme des fréquences qui peuvent en résulter.

Définir cycles par minute (CPM), kilocycles par minutes (KCPM), Hertz (Hz), révolutions par minute (RPM), pouces par seconde (po/s), millimètres par seconde (mm/s), centimètres par seconde (cm/s), mils et micromètres.

Définir la fréquence naturelle, la résonance et la vitesse critique en des termes physiques.

#### **Mise en relation d'événements réels avec des modèles conventionnels**

Observer un item qui vibre périodiquement tel un pendule ou un système monté sur ressorts, identifier sa période et sa fréquence et indiquer sa vitesse crête, son accélération et son déplacement.

Dessiner l'onde de déplacement de l'item vibrant, l'onde de vitesse et l'onde d'accélération et identifier les courbes en vous basant sur l'information que vous venez d'acquérir.

Dessiner le spectre de l'item vibrant.

Illustrer, en faisant référence à une onde temporelle, l'utilisation d'une vraie crête d'amplitude conventionnelle (zéro à crête) afin d'obtenir des données globales vibratoires, des données en vitesse et en accélération.

Illustrer, en faisant référence à une onde temporelle, l'utilisation de l'amplitude conventionnelle crête à crête sur des vibrations globales relevées a) sur des vibrations sismiques (bâtiment) en déplacement et b) sur des mesures en déplacement prises sur l'arbre.

Illustrer l'utilisation de la moyenne quadratique [RMS], de l'amplitude conventionnelle crête et crête-à-crête dans des spectres vibratoires (déplacement, vitesse et accélération).

Reconnaître que certains instruments prennent des lectures en moyenne quadratique [RMS] et qu'ils multiplient le résultat par la racine carrée de 2 afin d'obtenir une lecture crête estimée (appelée communément pseudo-crête) et identifier les limites de cette approche.

## Calculs

Convertir les (Hz) en cycles par minute (CPM) et les CPM en Hz et être capable de faire le lien entre les deux versus le nombre de tours/minutes (T/M) [RPM] si nécessaire.

Convertir les po/s en mm/s et vice versa.

Convertir les cm/s en mm/s ou en po/s et vice versa.

Convertir les mils en micromètres et vice versa.

Pour les composantes à simple fréquence, calculer la moyenne quadratique (RMS) à partir d'une lecture crête et la lecture crête à partir d'une lecture RMS.

Calculer la période à partir de la fréquence et la fréquence à partir de la période et lire les deux à partir de graphiques.

## **2. Collecte de données 20%** - environ 12 questions par examen

### Sécurité

Soyez vigilants quant à votre propre sécurité et celle de ceux qui vous entourent. Vous êtes responsables de votre propre sécurité.

### Instrument

Prendre bien soin de ses instruments et porter une attention spéciale aux capteurs, câbles, batteries. Il est important de suivre les recommandations citées dans le Manuel d'Utilisation. Reconnaître les problèmes de panne des accéléromètres ou les problèmes de câbles en effectuant une vérification adéquate de l'état des instruments par l'entremise des options intégrées dans chaque instrument.

Vérifier périodiquement la calibration de votre instrument avec ses capteurs; tel que recommandé dans le manuel de l'utilisateur ainsi que lorsque vous aurez des doutes quant à la qualité des données relevées (ex : si l'accéléromètre fut échappé par terre). Si les résultats ne concordent pas avec les spécifications, veuillez faire calibrer vos instruments avant de collecter d'autres données.

### Capteurs

Décrire les différents types de capteurs de vibration ainsi que les paramètres qu'ils mesurent (accéléromètre, capteur de vitesse, capteurs à courants Foucault [eddy probe], déplacement). Pouvoir identifier les capteurs de vibration communs (exemple: associer chaque type de mesure requise avec le capteur approprié).

Identifier les limites physiques de chaque capteur incluant le temps de réponse et la température allouée à chacun.

Déterminer si les capteurs sont alimentés par du courant.

### **Montage des Capteurs; Montage requis selon la Fréquence naturelle.**

Définir les différentes techniques de montage des capteurs et leur utilisation. Considérer les types tenus à la main (senseur, sonde à dard), aimant, adhésif, cire et goujon. Nommer les problèmes potentiels associés aux différents types de montage.

Utiliser la technique appropriée à chaque capteur selon la gamme de fréquence requise.

### **Technique de Collecte de Données.**

#### ***Présence dans l'usine***

Vous assurer que, lorsque vous effectuez des activités de collecte de données dans l'usine, les responsables sont mis au courant, tel que déterminé dans les politiques de votre usine (c.-à-d. permis de travail, permis de travaux à haute température, conversation, etc.)

#### ***Remarques personnelles***

Non seulement devriez-vous collecter des données vibratoires avec vos instruments mais en plus, vous devriez systématiquement ajouter vos remarques personnelles concernant les machines et leur environnement en vous servant de vos yeux, de vos oreilles, de votre nez et de votre toucher. Enregistrez tout ce qui pourrait affecter les machines tel la vitesse, la charge, la température, les fluides, la grosseur des copeaux de bois, la position des aérateurs à lames [louveres], etc. (si et seulement si ces items changent d'une fois à l'autre).

Observez et enregistrez les problèmes potentiels. Si quelconque problème sérieux surgit, (c.-à-d. fort bruit inhabituel, perte d'huile majeure), interrompez la collecte de données et rapportez la situation.

#### ***Collecte de Données Vibratoires***

Identifier et utiliser l'axe adéquat d'un capteur pour prendre des lectures en radial (horizontal et vertical) et des lectures en transversal [axial] sur des machines ou unités verticales ou horizontales.

Acquérir des données répétitives valides collectées dans la bonne direction sur le point de lecture approprié de la machine indiquée en utilisant le capteur approprié et la gamme de fréquence adéquate selon la période temps appropriée.

Utiliser un point de mesure qui fournira la meilleure transmission de signal vibratoire – c.-à-d. acier massif entre le bâti et le palier – et utiliser le même point identique chaque fois. Identifier les points en utilisant des marques.

Placer délicatement l'accéléromètre sur un point de test sans le cogner.

En ce qui a trait à des lectures prises à la main, tenir fermement le senseur; assez pour le stabiliser et le maintenir sans bouger jusqu'à la fin du processus de collecte des données sur ce point de test. Utilisez la même technique à chaque lecture. Assurez-vous que tous ceux qui collectent des données vibratoires à votre usine le font de la même manière. Si deux personnes ou plus prennent des données 2 à 3 fois de suite et que les résultats sont les mêmes, la technique est bonne.

Quant aux autres sortes de montage, assurez-vous que la surface sur laquelle sera monté le senseur sera propre, sèche et appropriée.

Analyser les lectures et les comparer aux lectures antécédentes sur le même point (si l'instrument le permet) à mesure que les données sont collectées. Si des écarts importants apparaissent, poussez vos vérifications plus loin: instrument, câble, senseur en bon état, le bon point de test, technique appropriée, quoi d'autre pourrait causer cet écart? Est-ce que la machine

est en opération? – c.-à-d. essayez de trouver la cause de cet écart sur le champ. Il vaut mieux trouver la cause ici que de se poser des questions une fois rendu à son bureau.

Quant aux machines à vitesse variable : a) identifier automatiquement la vitesse si la route est structurée de cette façon ainsi que le signal de vitesse approprié si possible (une pulsation par révolution) ou b) entrer la vitesse manuellement comme information variable ou c) écrire la vitesse affichée sur la machine lorsque c'est le cas.

Obtenir une vitesse précise en utilisant une lumière stroboscopique lorsque requis.

Collecter des données en utilisant tous les capteurs montés de façon permanente (incluant les systèmes de surveillance continue), en respectant naturellement les capacités de l'instrument que vous utilisez.

## **Interaction de l'ordinateur**

Prendre bien soin de son ordinateur; faire attention de toujours faire des copies de sauvegarde (même lorsque vous travaillez à l'extérieur de votre usine). Faire une saine gestion de ses fichiers, faire les vérifications d'usage anti-virus, enregistrer et bien sauvegarder les fichiers et les CDs, etc.

Transférer la route appropriée de l'ordinateur à l'instrument.

Transférer les données acquises dans l'ordinateur et vérifier si le transfert s'est bien déroulé et si les données sont récupérables avant de les effacer de votre instrument.

Vous assurer que votre base de données ne contient que des données bonnes et effacer toute donnée qui apparaît erronée.

Vous assurer que les alarmes sont enregistrées dans la base de données.

## **Qualité des données**

Soyez assez vigilants pour identifier les mauvaises données dues à un mouvement de la main, un signal entrecoupé, une gamme de fréquence inadéquate, pas assez de temps de stabilisation, information conflictuelle, mauvais montage, échelle inappropriée, machine ne fonctionnant pas, vibration émanant d'une autre machine, problèmes d'instruments (exemple: surcharge de l'accéléromètre ou rebondissement (jeu)).

Évaluer la route de données et déterminer si celle-ci est plausible.

Examiner un spectre et déterminer (en vous basant sur la comparaison entre la vitesse de rotation connue et les fréquences qui apparaissent sur le tracé) s'il se pourrait que ce spectre ne soit pas de "cette" machine.

Si vous suspectez que les données sont fautives ou mauvaises, reprendre les lectures et évaluer si le problème se perpétue. Si possible, veuillez corriger la situation.

Si aucune donnée de qualité ne peut être collectée, prenez-en note ainsi que les raisons pouvant provoquer une telle situation et ne collectez plus de données à ce point.

## **3. Processus de la prise du Signal 6%** environ 4 questions par examen

Définir FFT.

Calculer, en CPM ou en Hertz, "1X" à partir de la vitesse ou déterminer à partir du spectre.

Connaître le concept de base d'un FFT représentant les amplitudes et les fréquences des fréquences des composantes d'une onde temporelle.

Identifier la fréquence à partir d'un spectre.

Identifier les valeurs globales versus une onde versus un spectre.  
Identifier les échelles verticales et horizontales.

#### **4. Surveillance Continue 6%** *environ 4 questions par examen*

Reconnaître les tendances des mesures de base qui indiquent qu'une machine est en train de se détériorer ou de mal fonctionner.

Identifier les changements dans les lectures et les modèles [patterns] pouvant indiquer des problèmes.

Quant aux machines qui sont des exceptions, comparer les données actuelles avec leur historique, mettre ces lectures en relation avec les lectures de machines similaires et tenir compte des variables dans le processus de fabrication ; variables qui peuvent affecter la vibration.

Informez les personnes responsables des résultats de vos analyses.

Générer des Rapports d'Exceptions et les faire parvenir aux personnes désignées par le superviseur, tel que déterminé par la cédule. Normalement, ces rapports contiennent une liste de machines qui ont excédé les alarmes ou les niveaux d'alarme. À côté de l'identification de chaque machine problématique, on retrouve l'identification de toutes les lectures et tous les points de test qui ont dépassé les limites et les valeurs globales.

#### **5. Analyse de Problème 13%** *environ 8 questions par examen*

Savoir que l'analyse spectrale est utilisée, en conjonction avec d'autres données, à identifier les anomalies normales sur les machines.

Reconnaître les spectres typiques de déséquilibre de masse, de mauvais alignement, de jeu mécanique, de paliers lisses défectueux ou paliers à roulements défectueux.

#### **6. Correction des Problèmes 6%** *environ 4 questions par examen*

Suivre les procédures de sécurité et toutes les autres procédures de l'usine.

Générer une demande de travail (qui sera par la suite approuvée par une personne certifiée Catégorie 2 ou un superviseur) afin que le problème soit investigué un peu plus loin lorsque des exceptions sont identifiées.

Générer une demande de travail (sujette à l'approbation d'une personne certifiée Catégorie 2 ou un superviseur) (ou suivre les procédures clairement établies par l'usine) lorsque n'importe quelle des situations listées ci-dessous se présente:

##### **Enjeux de Sécurité, exemple :**

- Test de point difficile d'accès
- Danger potentiel de déclenchement de puissance de l'unité [tripping]
- Garde-fou absent ou avec du jeu
- Possibilité de brûlures avec de la vapeur, etc.
- Fuites d'huile, d'eau, de vapeur, de H<sub>2</sub>S, de NH<sub>3</sub>, etc.

##### **Processus, exemple :**

- Besoin de lubrification

- Besoin de remplacer les filtres à huile ou à air.
- Pales sales de ventilateur
- Valves mal ajustées

### **Problèmes de Machines mal Montées, exemple :**

- Mortier non compact
- Base de machine fissurée ou endommagée
- Goujon desserré, etc.
- Fondation brisée

### **Problèmes de tuyauterie, exemple :**

- Serre-joints brisés
- Fissures dans la tuyauterie
- Ajustement nécessaire des supports de tuyauterie
- Tuyauterie fatiguée ou déformée

### **Besoin d'investiguer, exemple :**

- Vérifier le jeu dans les paliers lisses
- Bruits inusités
- Points chauds

Les demandes de travail ou toute procédure similaire instaurées dans une usine sont très importantes car leur application normalise les actions de toutes les personnes concernées et les informe de leurs responsabilités. Ces procédures exécutées adéquatement et complètement contribuent à l'historique de chaque machine ce qui est essentiel à l'efficacité du travail d'équipe et à l'efficience des analyses.

Normalement, les demandes de travail reliées à un arrêt d'usine planifié sont principalement rédigées par les collecteurs de données car ces demandes reflètent les travaux à exécuter lorsqu'une usine est en arrêt pour d'autres raisons. Même la lubrification d'une machine spécifique est exécutée sur une base ad hoc via une demande de travail car ceci peut indiquer que la cédule actuelle de lubrification n'est pas adéquate et a besoin d'être modifiée.

Dans plusieurs cas, les opérateurs doivent émettre des permis pour qu'un travail spécifique soit exécuté. Cette pratique permet ainsi de s'assurer que les opérateurs sont informés lorsque celui qui collecte des données est dans l'usine en train de collecter des données. Puisque ces demandes sont spécifiques, on ne peut inscrire une deuxième demande de travail sur le même permis.

Même si votre usine ne requiert pas de permis de travail formel, il est important que les opérateurs sachent que vous travaillez dans leur environnement autour de machines.

## **7. Connaissance de votre Équipement 20%** *environ 12 questions par examen*

Définir et comprendre les principes opérationnels de base des moteurs électriques, des génératrices et des mécanismes d'entraînement; des ventilateurs, des pompes, des compresseurs (pas réciproques); des broyeurs rotatifs [rolling mills], machines à papier, machines à usiner et engrenages.

Pour chaque machine, identifier les forces qui génèrent des vibrations, normales et anormales.

Comprendre les principes de base les plus rudimentaires des structures des machines, de la tuyauterie et de leur vibrations.

Savoir que l'acier solide est le meilleur transmetteur de signal vibratoire entre le bâti d'une machine et le roulement. Faites une marque pour vous repérer. Utiliser ce chemin pour faciliter votre collecte de données vibratoires.

Identifier les variations opérationnelles qui peuvent avoir un impact sur les vibrations.  
Définir déséquilibre et mauvais alignement.

Reconnaître comment le T/M [RPM] d'une machine est relié aux fréquences principales. C'est par les fréquences principales apparaissant dans un spectre qu'on détecte la vibration due au déséquilibre ou à un mauvais alignement.

### **8. Test d'Acceptation 6%** *4 questions par examen*

Être capable d'exécuter un processus de test vibratoire tel que déterminé par les autres.

Faire attention aux spécificités rattachées à toute procédure formelle. Suivre les instructions à la lettre, enregistrer les résultats avec précision en vous référant aux spécifications indiquées dans la procédure. Inscrire le plus de détails possibles concernant votre test vibratoire, vos résultats et la méthode utilisée. Ainsi, si jamais vous devez témoigner en cour, vous serez prêt.

### **Matériel de l'ACVM/CMVA protégé par des droits d'auteur**

Les informations divulguées dans ce document sont destinées à l'usage exclusif des membres de l'ACMV/CMVA.