



Vibrations mains-bras

Guide des bonnes pratiques

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la Cnam, les Carsat, Cramif, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, instances représentatives du personnel, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, sites Internet... Les publications de l'INRS sont diffusées par les Carsat. Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la Cnam et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par la Cnam sur le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.
Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle).
La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2019.

Conception graphique : Véronique Nouailhetas

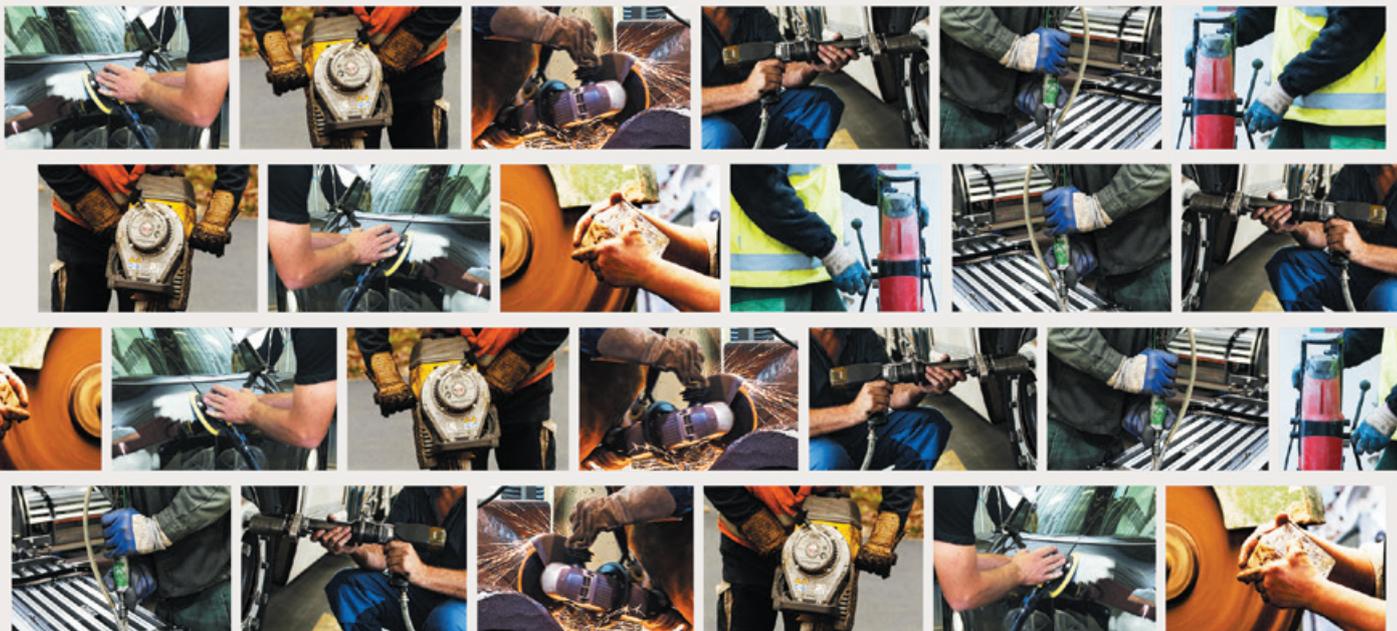
Photos © Couv : Gael Kerbaol/INRS, Guillaume J. Plisson pour l'INRS. © Pages 3, 7, 17 : Gael Kerbaol/INRS, Patrick Delapierre, Guillaume J. Plisson, Claude Almodovar, Grégoire Maisonneuve, pour l'INRS.
© Page 15 : Serge Morillon/INRS. © Page 22 : Vincent Nguyen pour l'INRS. © Page 25 : Claude Almodovar pour l'INRS.

Vibrations mains-bras

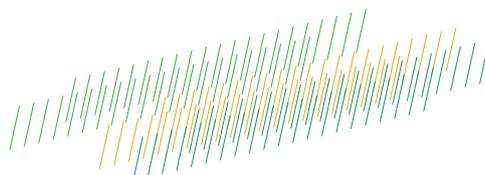
Guide des bonnes pratiques

Membres du groupe de travail Carsat/Cramif/INRS
INRS : Maël Amari, Patrice Donati

Centre de mesure physique :
Carsat Clermont-Ferrand : Alexandre Sanmarti, Jean-Xavier Tisserand
Carsat Lille : Sébastien Maes
Carsat Limoges : Philippe Cros
Carsat Nancy : Benoît Gallin
Carsat Orléans : Céline Ruillard
Cramif Paris : Frédéric Maître
Carsat Rennes : Vincent Marquenie
Carsat Toulouse : Laurent Hardy



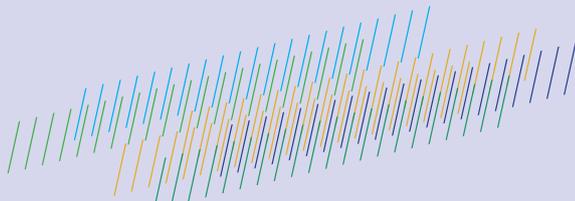
S O M M A I R E



/// PRÉSENTATION	Page 4
PARTIE 1 /// EVALUATION DES RISQUES VIBRATOIRES	Page 7
1.1. Identification des risques	8
1.2. Évaluation de l'exposition quotidienne A(8)	10
1.2.1. Estimation du niveau vibratoire d'une machine	10
1.2.2. Calcul de l'exposition quotidienne A(8)	11
1.3. Comparaison de l'exposition aux valeurs réglementaires	12
1.4. Mesurage des vibrations	12
PARTIE 2 /// RÉDUCTION DU RISQUE VIBRATOIRE	Page 17
2.1. Élaboration d'une stratégie de maîtrise du risque	18
2.2. Réduction des vibrations par modification de la tâche, du produit et du procédé	19
2.2.1. Adaptation des tâches de travail aux opérateurs	19
2.2.2. Modification du produit manufacturé	19
2.2.3. Modification du procédé	19
2.3. Réduction des vibrations par le choix de machines peu vibrantes	20
2.3.1. Achat de machines peu vibrantes	20
2.3.2. Choix de systèmes antivibratoires	22
2.3.3. Réduction des forces exercées par les opérateurs	22
2.3.4. Maintenance des machines et des outils associés	23
2.4. Protection individuelle	23
2.4.1. Gants antivibratiles	23
2.4.2. Protection contre le froid	24
2.5. Réduction de la durée d'exposition	24
2.6. Information et formation des opérateurs	25
ANNEXE A • Risques pour la santé : signes et symptômes	26
ANNEXE B • Osev main-bras : évaluation simplifiée du risque vibratoire lié à l'usage des machines tenues à la main	28
ANNEXE C • Mesure des vibrations	29
ANNEXE D • Exemple de fiche d'exposition vibratoire à un poste de travail	31
ANNEXE E • Mesures de prévention contre les vibrations : questions, réponses et exemples	32



PRÉSENTATION



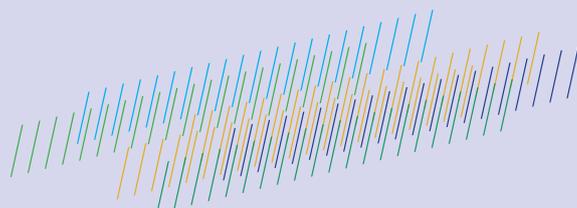
Les opérateurs de machines, tenues ou guidées à la main, sont exposés à des vibrations et des chocs qui peuvent se propager dans les membres supérieurs. Des niveaux sévères peuvent à terme conduire à des pathologies **ostéo-articulaires** des articulations du poignet ou du coude, et des **affections vasculaires** (syndrome de Raynaud : maladie des doigts blancs ou des doigts morts) reconnues comme des maladies professionnelles (tableau 69 du régime général et 29 du régime agricole) ou des **troubles neurologiques** (moindre sensation du toucher et de la perception du chaud et du froid, diminution de la préhension, perte de la dextérité manuelle).

Ce guide de bonnes pratiques sur les vibrations transmises à la main et au bras, est destiné en particulier à réduire le risque

vibratoire en aidant les entreprises à appliquer les dispositions réglementaires (articles R. 4441-1 à R. 4447-1 du Code du travail), relatives à la prévention des risques d'exposition aux vibrations mécaniques. Il définit les méthodologies pour déterminer et évaluer l'exposition aux vibrations, faciliter le choix et l'utilisation de machines moins vibrantes, optimiser les méthodes et l'application des mesures techniques ou organisationnelles de protection, sur la base d'une analyse préalable des risques.

Ce guide s'appuie sur les dispositions prévues par le Code du travail et l'arrêté du 6 juillet 2005 sur les vibrations, qui transposent les dispositions de la directive européenne 2002/44/CE du 25 juin 2002 .

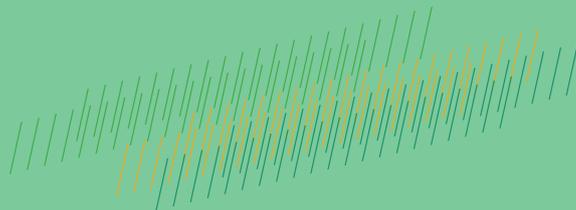
La réglementation apporte des précisions sur les obligations de l'employeur pour évaluer et réduire les risques résultant de l'exposition aux vibrations main-bras. Sont notamment définies deux valeurs d'exposition journalière rapportées à une période de référence de huit heures. La première de $2,5 \text{ m/s}^2$ déclenche l'action de prévention et impose aux employeurs de contrôler les risques liés aux vibrations transmises aux membres supérieurs des opérateurs. La seconde de $5,0 \text{ m/s}^2$ correspond à la valeur limite d'exposition journalière au-dessus de laquelle les opérateurs ne doivent pas être exposés.



¹ La réglementation concerne aussi l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps (voir document INRS ED 6018).

EVALUATION DES RISQUES VIBRATOIRES

1



L'objectif de l'évaluation des risques, liés aux vibrations transmises aux membres supérieurs, est de permettre aux employeurs de prendre des décisions efficaces pour réduire ou maîtriser correctement les niveaux des vibrations mécaniques auxquels les opérateurs sont exposés. Le plus souvent, l'évaluation pourra se faire sans avoir besoin de réaliser des mesures.

Les étapes de l'évaluation des risques sont :

- ① l'identification des risques,
- ② l'évaluation de l'exposition vibratoire quotidienne notée $A(8)^2$,
- ③ la comparaison aux deux valeurs seuils fixées par le Code du travail,
- ④ mesurage des vibrations.



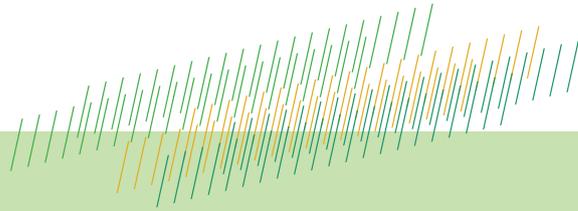
1.1. Identification des risques

Le point de départ de l'évaluation des risques consiste à identifier dans l'entreprise les postes ou situations de travail nécessitant l'utilisation de machines tenues ou guidées à la main (meuleuses, burineurs, plaques vibrantes...) ou de pièces tenues à la main (toureurs à meuler...) exposant à des vibrations. Pour chaque machine, il faut ensuite définir les différentes phases vibrantes (par exemple, meulage puis tronçonnage avec une meuleuse d'angle...), ainsi que les conditions d'utilisation associées.

Outre les vibrations, d'autres paramètres liés à l'ergonomie peuvent contribuer à l'apparition de l'ensemble des affections rassemblées sous le terme de « syndrome vibratoire mains-bras » (voir annexe A), notamment :

- la posture contraignante telle que les bras au-dessus de la tête pendant le travail,
- l'effort de poussée important pour améliorer la performance de la machine ou l'effort de préhension pour la maintenir,
- le poids important de la machine s'il n'est pas compensé,
- les gestes répétés...

² C'est une accélération (A , en m/s^2) rapportée à une période de référence de 8 heures.



EXEMPLES DE QUESTIONS POUR L'IDENTIFICATION DES RISQUES

Des machines rotatives (meuleuse, polisseuse, etc.) sont-elles utilisées ?

Il est fréquent que ces machines soient utilisées plus de 1 à 2 heures par jour par certains opérateurs. Dans ce cas, si la valeur d'émission vibratoire déclarée par le fabricant est supérieure à respectivement 7 ou 5 m/s^2 , il est recommandé de préciser l'estimation vibratoire et de lancer des actions de prévention.

Des machines percutantes (marteau-piqueur, burineur, etc.) sont-elles utilisées ?

Les machines percutantes sont en moyenne plus vibrantes que les machines rotatives, mais les durées quotidiennes d'utilisation sont le plus souvent plus courtes. Si la valeur d'émission vibratoire déclarée par le fabricant est supérieure à 10 m/s^2 , il y a lieu de préciser l'estimation vibratoire et de lancer des actions de prévention dès lors que la durée excède plus de 30 minutes par jour.

Les fabricants ou fournisseurs des machines mettent-ils en garde contre les risques liés aux vibrations ?

Si des risques vibratoires pour les opérateurs sont possibles, le fabricant doit en avertir l'utilisateur dans sa notice d'instructions.

Les machines sont-elles utilisées selon l'usage prévu par le fabricant ? Sont-elles adaptées à la tâche ?

On se référera à la notice d'instructions du fabricant. Une mauvaise adaptation peut conduire à augmenter la durée d'exposition de l'opérateur. L'usage anormal prévisible doit être envisagé par le fabricant.

Des opérateurs utilisent une ou plusieurs machines pendant plusieurs heures par jour ?

Les paramètres qui induisent l'exposition journalière d'une personne aux vibrations sont l'amplitude (niveau) et la durée pendant laquelle la personne est exposée. Si plusieurs machines sont utilisées, les expositions s'additionnent suivant une règle mathématique.

L'opérateur doit-il exercer un effort important pour compenser le poids de la machine ou la maintenir ?

Plus grands sont les efforts exercés par l'opérateur pour tenir la machine, plus forte sera l'amplitude vibratoire transmise aux membres supérieurs.

Certaines machines vibrantes provoquent-elles un fourmillement ou un engourdissement dans les mains pendant ou après l'utilisation ?

Des fourmillements ou des engourdissements des mains peuvent apparaître pendant ou après l'utilisation d'une machine. Ils constituent un signe d'alerte sur le risque de pathologie des membres supérieurs lié aux vibrations en cas d'utilisation prolongée de cette machine.

Le médecin du travail rapporte-t-il des problèmes de syndrome des vibrations mains-bras parmi les opérateurs ?

En cas de signes de syndrome des vibrations mains-bras, les expositions aux vibrations devront être réduites par la mise en place d'actions de prévention.



1.2. Évaluation de l'exposition quotidienne A(8)

L'exposition vibratoire quotidienne notée A(8) (en m/s^2) dépend :

- du niveau vibratoire de la machine (accélération pondérée totale a_{hv} exprimée en m/s^2),
- de la durée réelle quotidienne (T en heures) d'exposition de l'opérateur aux vibrations de la machine.

Il convient donc d'estimer (ou de mesurer), pour chaque machine utilisée et chaque tâche réalisée à un poste de travail, la valeur de ces deux grandeurs et d'en déduire par calcul la valeur de l'exposition quotidienne A(8) (exprimée en m/s^2). La valeur d'exposition ainsi déterminée est à comparer à la valeur d'action ou à la valeur limite fixées par les articles R. 4443-2 et R. 4443-1 du Code du travail (respectivement 2,5 et 5,0 m/s^2).

Mesurer le niveau de vibration sur la machine nécessite une instrumentation de mesure dédiée et une expertise technique. Dans de nombreux cas, il n'est pas nécessaire de mesurer directement les amplitudes des vibrations, comme le montrent les paragraphes ci-après qui illustrent une méthode simplifiée d'estimation du A(8).

1.2.1. Estimation du niveau vibratoire d'une machine

Le niveau vibratoire d'une machine portative (ou d'une tâche) exposant l'opérateur est caractérisé par la **valeur d'accélération pondérée totale** a_{hv} (exprimée en m/s^2). Cette valeur combine les mesures effectuées suivant les trois axes principaux d'un repère de l'espace lié à la machine. Lorsque l'opérateur est exposé à plusieurs sources de vibration, les expositions générées

par chaque machine doivent être calculées séparément. Ensuite, la combinaison de ces expositions permet d'évaluer la **valeur d'exposition journalière A(8)**.

Les principaux paramètres influant la valeur du niveau vibratoire sont notamment :

- la famille de machine (meuleuse, perforateur...),
- le modèle (meuleuse d'angle, ponceuse orbitale...),
- les caractéristiques (masse, vitesse de rotation ou cadence de frappe, puissance ou couple, ancienneté...),
- les dispositifs antivibratoires (poignée suspendue, plot élastomère...),
- les tâches effectuées (tronçonnage, lustrage...),
- les outils consommables (grain du disque à poncer, patin de support, diamètre de la meule...),
- l'usure des outils associés (mèche, burin...),
- l'adaptation de la machine et des outils à la tâche,
- l'entretien de la machine, des dispositifs antivibratoires, des outils associés,
- l'expérience et la formation de l'opérateur,
- le réglage de la pression de l'air comprimé pour les machines pneumatiques.

NOTE

Les dispositions du Code du travail issues de la transposition de la directive « Machines » 2006/42/CE (annexe I de l'article R. 4312-1) imposent aux fabricants, importateurs et fournisseurs de machines, dans un objectif de comparaisons, d'indiquer dans les notices d'instruction les valeurs d'émission vibratoire transmise aux membres supérieurs suivant des codes d'essais normalisés. Les codes d'essais permettent de contrôler les conditions de mesures pour ces déclarations et ainsi de comparer les machines entre elles. Ils ne représentent pas forcément des situations réelles de travail. Il est donc déconseillé d'utiliser ces valeurs pour estimer l'exposition A(8). Cela peut être une source d'erreur importante, même en suivant les conseils de la norme européenne EN/TR15350 : 2013.

Pour estimer le niveau vibratoire, l'employeur peut avoir recours à plusieurs stratégies :

- Des mesures de vibration peuvent être réalisées au poste de travail dans les trois axes des machines utilisées, ce qui permet de déterminer la valeur de l'accélération pondérée totale a_{hv} pour chaque machine.

- En l'absence de résultat de mesures vibratoires, l'application « Osev main-bras » (méthode simplifiée d'estimation de l'exposition vibratoire) élaborée par l'INRS en coopération avec les Carsat et la Cramif permet d'estimer l'exposition journalière A(8) d'un opérateur en fonction du type de machine et des conditions de son utilisation. Elle ne nécessite aucune mesure sur le terrain ni de connaissance particulière sur les vibrations mais elle ne couvre que les familles

de machine les plus courantes. Cette application simple et rapide intègre des valeurs d'émission vibratoire (a_{hv}) qui reposent sur une base de données de plus de 2 000 mesures réalisées sur le terrain. Cette application est disponible sur les pages « Vibrations » du site internet de l'INRS (outil59) (annexe B).

- En l'absence de mesures réalisées au poste et si l'application Osev ne référence pas les machines utilisées, il est possible d'estimer l'émission vibratoire de la machine (accélération pondérée totale a_{hv}) en se référant :

- à des bases de données contenant des mesures vibratoires sur une machine identique, (voir figures 1 à 4),
- et en dernier recours aux valeurs d'émission vibratoire déclarées par le fabricant.

Figure 1 Machines utilisées pour les travaux de construction. Exemples de valeurs d'accélération pondérée totale, a_{hv} , en m/s^2 pour des machines courantes (extrait de la norme EN/TR/1030-2).

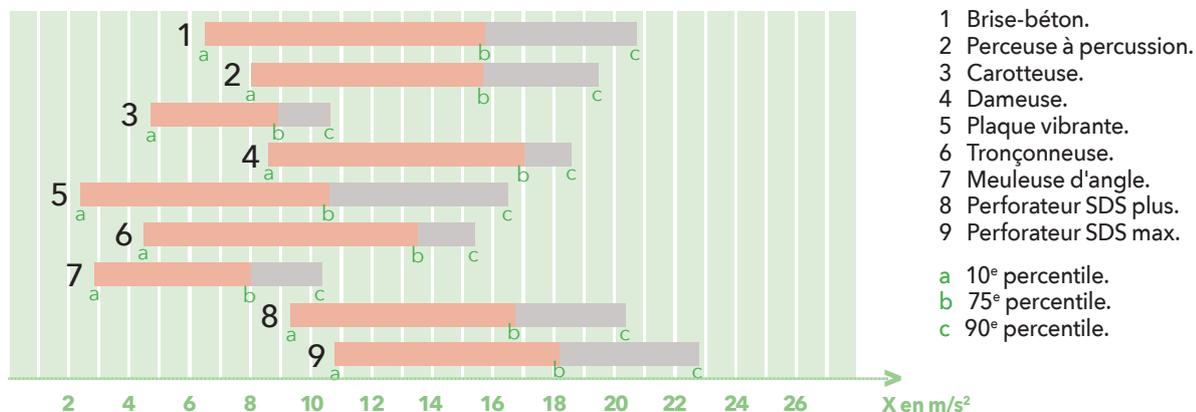


Figure 2 Machines utilisées pour les travaux d'aménagement paysager et de jardinage. Exemples de valeurs d'accélération pondérée totale, a_{hv} , en m/s^2 pour des machines courantes (extrait de la norme EN/TR/1030-2).

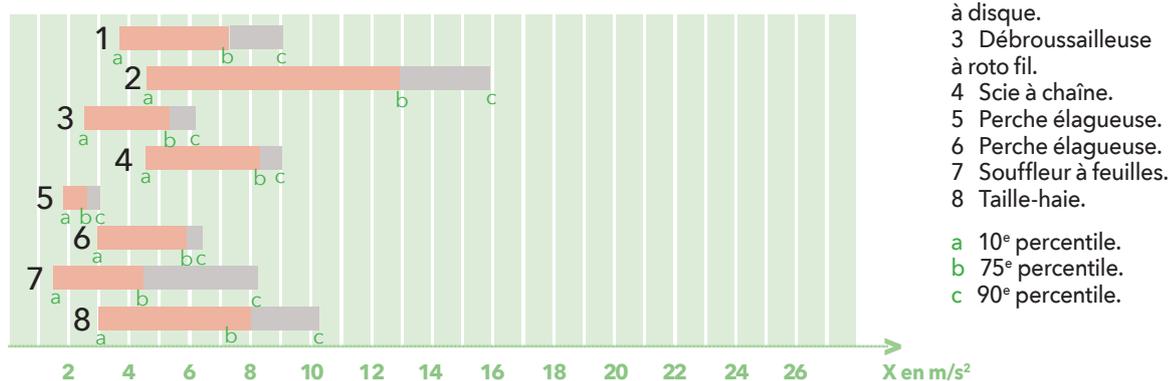
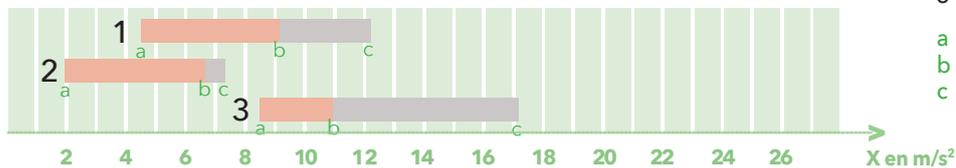


Figure 3 Machines utilisées dans le domaine de la transformation du bois. Exemples d'amplitudes de vibrations pour des machines courantes, données sous forme de valeurs d'accélération pondérée totale, a_{hv} (extrait de la norme EN/TR/1030-2).



- 1 Cloueur.
 - 2 Agrafeuse.
 - 3 Scie sauteuse.
- a 10^e percentile.
b 75^e percentile.
c 90^e percentile.

Figure 4 Machines utilisées pour le travail des métaux. Exemples d'amplitudes de vibrations pour des machines courantes, données sous forme de valeurs d'accélération pondérée totale, a_{hv} (extrait de la norme EN/TR/1030-2).



- 1 Meuleuse d'angle.
 - 2 Meuleuse verticale.
 - 3 Meuleuse droite.
 - 4 Visseuse.
 - 5 Clé à choc (batterie).
 - 6 Clé à choc (pneumatique, 1").
 - 7 Clé à choc pneumatique, < 1".
 - 8 Boulonneuse à impulsion/clé à rochet.
 - 9 Décapeur non suspendu.
 - 10 Décapeur suspendu.
 - 11 Ponceuse d'angle.
 - 12 Ponceuse orbitale.
 - 13 Ponceuse vibrante.
 - 14 Perceuse.
 - 15 Perceuse à percussion.
 - 16 Scie alternative.
- a 10^e percentile.
b 75^e percentile.
c 90^e percentile.



Norme

EN/TR15350 : 2013 - Vibrations mécaniques. Guide pour l'évaluation de l'exposition aux vibrations transmises à la main à partir de l'information disponible, y compris l'information fournie par les fabricants de machines.

CEN/TR1030-2 : 2016 - Vibrations main-bras. Guide pour la réduction des risques de vibrations. Partie 2 : mesures de prévention sur le lieu de travail.

Bases de données sur les vibrations transmises à l'homme

INAIL : <http://www.portaleagentifisici.it/>

INSHT : <http://vibraciones.insht.es>

Hire Association Europe (HAE) : <http://www.hae.org.uk/Havs-data-hae/>

Umea university : <http://www.vibration.db.umu.se/app/>

LAVG : KarlA database : <http://www.karla-info.de>

CDC NIOSH : <https://wwwn.cdc.gov/niosh-sound-vibration>

1.2.2. Calcul de l'exposition quotidienne A(8)

À partir de l'accélération pondérée totale a_{hv} (en m/s^2) et de la durée d'exposition T (en heures), il est possible de calculer l'exposition quotidienne A(8) (en m/s^2) d'un opérateur.

La durée réelle quotidienne de l'exposition T prend en compte uniquement les périodes pendant lesquelles l'opérateur est effectivement soumis aux vibrations. Elle n'intègre donc pas les phases non vibrantes ou d'attente. En cas de difficulté pour évaluer la durée réelle d'exposition, on peut considérer une fourchette à partir de durées d'exposition, longue et courte.

Dans le cas de l'utilisation quotidienne d'une seule machine :

$$A(8) = a_{hv} (T/8)^{1/2} \quad (1)$$

Si un opérateur utilise plusieurs machines (ou réalise plusieurs tâches différentes avec une machine) au cours d'une journée de travail, il convient de calculer les expositions partielles $A_i(8)$ séparément pour chacune d'elles. Son exposition globale A(8) est déterminée à partir des expositions partielles, soit :

$$A(8) = (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots)^{1/2} \quad (2)$$

NOTE

Pour faciliter le calcul de A(8)

La calculatrice vibration main-bras (« outil43 », téléchargeable sur le site de l'INRS) facilite le calcul arithmétique de A(8) et ce, jusqu'à une dizaine de machines vibrantes utilisées au cours d'une journée de 8 heures par un même opérateur.

Pour déterminer la valeur de A(8), l'utilisateur de l'application « Osev main-bras » doit répondre aux trois étapes suivantes (« outil59 », voir l'annexe B) :

>>> Étape 1 : choix par menu de l'activité et de la machine, ou des machines, utilisée(s) quotidiennement.

>>> Étape 2 : réponse à un questionnaire basique sur les conditions d'utilisation de chaque machine.

>>> Étape 3 : entrée de la durée réelle d'utilisation de chaque machine.

À partir des deux grandeurs évaluées au préalable (accélération totale et durée), le calcul de l'exposition quotidienne A(8) est effectué en appliquant les deux formules (1) et (2) (figure 5).

Sélectionner la durée puis valider

La durée réelle quotidienne d'exposition prend en compte uniquement les périodes pendant lesquelles l'opérateur est effectivement soumis aux vibrations. Elle n'intègre donc pas les phases non vibrantes ou d'attente. En cas de difficulté pour évaluer la durée réelle d'exposition aux vibrations, on peut considérer une fourchette à partir d'hypothèses hautes et basses.

- < 00h05
- 00h10
- 00h15
- 00h30
- 00h45
- 01h00
- 01h30
- 02h00
- 02h30
- 03h00
- 03h30
- 04h00
- 04h30
- 05h00
- 05h30
- 06h00
- 06h30
- 07h00
- 07h30
- 08h00

VALIDER
SUPPRIMER
Aide

Figure 5

Savoir estimer la durée d'exposition n'est pas simple (extrait de l'application Osev main-bras).



1.3. Comparaison de l'exposition aux valeurs réglementaires

Les valeurs d'exposition quotidienne calculées sont à comparer à la valeur d'action (VDA) et à la valeur limite d'exposition (VLE) fixées par le Code du travail (respectivement 2,5 et 5,0 m/s²). Si la valeur d'exposition obtenue dépasse ces valeurs réglementaires des mesures de prévention doivent être mises en œuvre.

NOTE

La calculatrice arithmétique et l'application Osev décrites ci-dessus (voir « Évaluation de l'exposition quotidienne ») donnent une interprétation des résultats par rapport à la réglementation.



1.4. Mesurage des vibrations

Les méthodes simplifiées (Osev, bases de données...) ne suppriment pas la nécessité d'effectuer des mesures de vibrations, notamment pour l'optimisation ou la vérification de l'efficacité d'une démarche de prévention. Le mesurage reste aussi nécessaire pour les machines tenues à la main non présentes dans les bases de données ou dans des cas d'utilisation inhabituelle (conditions extrêmes...). Les entreprises qui souhaitent réaliser un mesurage peuvent s'adresser aux services prévention de leur Carsat/Cramif ou CGSS, à leur service de santé au travail ou à un consultant spécialisé³.

La mesure de l'émission des vibrations transmises aux membres supérieurs s'effectue à l'aide d'un vibromètre ou d'un exposimètre (appelé aussi dosimètre) qui doit satisfaire aux exigences de la norme ISO 8041. De plus, la norme ISO 5349 spécifie les précautions à prendre pour la réalisation de mesures fiables des vibrations prélevées sur la zone de préhension de la machine : compatibilité des accéléromètres avec la dynamique des signaux vibratoires, fixation rigide du capteur par collier de serrage ou ciment colle sur la surface de préhension... Ces mesures doivent être faites par une personne formée et compétente (voir annexes C et D).

L'incertitude sur l'évaluation de l'exposition aux vibrations dépend de nombreux facteurs (voir ISO 5349-2), tels que :

- instrument : incertitude sur son calibrage,
- précision des sources de données,
- différences entre opérateurs (expérience, savoir-faire, morphologie),
- aptitude de l'opérateur à reproduire différentes tâches typiques durant les mesures,
- répétitivité des tâches,
- facteur de l'environnement (par exemple : bruit, température),
- différences entre les machines (par exemple : nécessité d'une maintenance ; la machine doit-elle tourner avant les essais ?),
- usure des composants ajoutés ou des abrasifs (par exemple : la lame de scie est-elle aiguisée ? Le disque abrasif est-il usé ?).

Les incertitudes associées à l'évaluation de A(8) peuvent atteindre 20 à 40 %. Si la durée d'exposition ou l'amplitude des vibrations a été obtenue par estimation, l'incertitude affectant l'évaluation de l'exposition quotidienne peut être beaucoup plus grande.

³ Si les mesures sont réalisées sur mise en demeure de l'Inspection du travail, l'organisme correspondant devra être accrédité par le COFRAC qui édite une liste sur son site.



Figure 6

Des appareils de mesure de plus en plus simples à utiliser.
Meuleuse équipée d'accéléromètres tri-axes sans fil.

AUTRE
LECTURE

ISO 8041 - Réponses humaines aux vibrations mécaniques. Instruments de mesure.

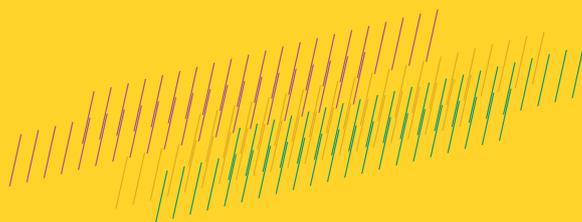
ISO 5349 - Vibrations mécaniques. Mesure et évaluation de l'exposition aux personnes des vibrations transmises par la main. Partie 1 : Exigences générales. Partie 2 : Guide pratique pour les mesures sur le lieu de travail.

ISO/TR 18570 - Vibrations mécaniques - Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main. Méthode supplémentaire pour l'évaluation du risque de troubles vasculaires.

Caruel E., Donati P. - Comment mesurer les vibrations émises par les machines percutantes ?
Hygiène et sécurité du travail, n° 231, NT 3, 2013.

RÉDUCTION DU RISQUE VIBRATOIRE

2



L'évaluation des risques doit permettre d'identifier les priorités pour maîtriser l'exposition. L'évaluation des expositions aux vibrations doit ensuite permettre la détermination des processus qui sont à leur origine. Comprendre pourquoi les opérateurs de machines tenues à la main sont exposés à des vibrations importantes aide finalement à définir les actions prioritaires pour les réduire ou les éliminer (*annexe E*).



2.1. Élaboration d'une stratégie de maîtrise du risque

Les principales étapes de la maîtrise du risque conduisent à :

- identifier les principales sources de vibrations,
- estimer l'exposition quotidienne A(8),
- comparer le A(8) aux valeurs réglementaires,
- classer les sources dans l'ordre de leur contribution au risque,
- hiérarchiser les solutions potentielles en termes de faisabilité et de coût, élaborer un plan d'action et son suivi,
- définir les responsabilités des cadres et allouer des ressources adéquates,
- informer et former les opérateurs,
- suivre l'avancement du plan d'action,
- évaluer l'efficacité des solutions adoptées,
- conserver cette efficacité dans le temps.

La maîtrise des risques sera réussie si elle repose sur l'implication des opérateurs.

Il est important de réexaminer régulièrement les solutions anti-vibratiles pour garantir qu'elles sont encore pertinentes et efficaces, notamment à chaque fois que des modifications interviennent sur le lieu de travail et peuvent affecter le niveau d'exposition, comme :

- l'introduction de différentes machines ou procédés,
- des modifications des modes ou méthodes de travail,
- des modifications du nombre d'heures travaillées avec la machine vibrante,
- l'introduction de nouvelles mesures de maîtrise des vibrations.

Exemple

UTILISATION DE L'EXPOSITION PARTIELLE POUR CLASSER LES RISQUES

L'opérateur d'une aciérie utilise deux machines, une meuleuse émettant en service des vibrations de 7 m/s^2 et un burineur émettant 16 m/s^2 . La meuleuse est utilisée au total 2,5 heures par jour, le burineur pendant 15 minutes :

Meuleuse (7 m/s^2 pendant 2 ½ heures) :	A1(8)	= $3,9 \text{ m/s}^2$
Burineur (16 m/s^2 pendant 15 minutes) :	A2(8)	= $2,8 \text{ m/s}^2$
Exposition totale :	A(8)	= $4,8 \text{ m/s}^2$

Bien que le burineur émette des vibrations de plus forte amplitude que celles de la meuleuse, les expositions partielles montrent que l'utilisation de la meuleuse représente la plus grande part de risque. C'est donc sur la meuleuse et la tâche de meulage qu'il faudra d'abord se concentrer en priorité.



2.2. Réduction des vibrations par modification de la tâche, du produit et du procédé

2.2.1. Adaptation des tâches de travail aux opérateurs

Les tâches de travail doivent être conçues de sorte que :

- les valeurs des vibrations main-bras soient aussi faibles que possible ;
- la période d'exposition journalière aux vibrations soit aussi courte que possible ;
- la posture de travail soit non contraignante ;
- les forces exercées, en particulier (mais pas seulement) celles sur le système main-bras, soient compatibles avec les capacités de l'opérateur ;

• les forces de préhension et de poussée requises pour contrôler la machine ou la pièce usinée soient aussi faibles que possible.

Rappelons que plus les forces appliquées par la main sur la surface vibrante sont élevées, plus les vibrations transmises à l'opérateur sont importantes.

- les répétitions fréquentes et rapides des mouvements des membres supérieurs soient évitées.

Il est parfois possible d'utiliser d'autres méthodes de travail (mécanisation ou automatisation des tâches, autres procédés) qui réduisent, voire suppriment, l'exposition aux vibrations.

2.2.2. Modification du produit manufacturé

Le concepteur d'un produit n'envisage pas toujours les conséquences ergonomiques de ses choix lors de la réalisation des tâches par l'opérateur. Par exemple, un architecte a le choix

entre différents types de revêtements décoratifs pour finir la façade d'un immeuble. Selon le type de finition, l'opérateur pourra être amené à utiliser ou non une machine plus ou moins vibrante (par exemple machines de repiquage).

En conséquence, les concepteurs d'un produit doivent évaluer l'effet de conceptions différentes sur les contraintes pour les opérateurs au niveau des tâches. En particulier, il faut éviter les opérations nécessitant l'emploi de machines particulièrement vibrantes.

Ainsi, le polissage du béton pour obtenir une apparence analogue au marbre peut être effectué mécaniquement sur une surface plane sans l'intervention d'un opérateur. Mais cette opération nécessitera le plus souvent des machines portatives tenues par des opérateurs pour finir les surfaces courbes d'une colonne ronde.

Dans le travail des métaux, l'utilisation de joints collés ou soudés, au lieu d'assemblage par rivets, supprime l'emploi d'un riveur vibrant. De même, le fait de privilégier la réalisation de cordons de soudure dans des zones non visibles permet de supprimer les opérations de meulage.

2.2.3. Modification du procédé

Il est souvent possible de trouver des améliorations du procédé de fabrication qui réduisent non seulement les vibrations (et éventuellement d'autres risques, tel que le bruit) mais améliorent également la productivité.

Par exemple, l'utilisation accrue dans le BTP d'éléments préfabriqués non réalisés sur place permet d'avoir des éléments de meilleure qualité, produits par des moyens mécanisés. Il sera tenu compte des incertitudes de fabrication en prévoyant des jeux et en recommandant l'emploi du mastic et autres matériaux de remplissage. Cela réduit ainsi les opérations « couper-assembler » sur place au moyen de machines portatives.

Dans les industries de la construction, le fait de s'assurer que le coffrage pour le coulage du

béton est étanche, réduit la nécessité d'éliminer ultérieurement le béton en excès avec un piqueur.

Dans les industries mécaniques légères et lourdes :

- les progrès réalisés dans le domaine de la technologie de découpe (profilage laser ou par jet d'eau à haute pression) ont augmenté la précision des coupes et réduit les retouches (redressage) avant l'assemblage final. Cette découpe, aux dimensions spécifiées de pièces métalliques, peut éliminer la nécessité d'enlever quelques millimètres avec une meuleuse ou un burineur au cours de l'assemblage final ;
- les méthodes d'oxycoupage et autres méthodes de découpe se substituent aux burineurs et aux meuleuses pour l'ébauchage de pièces en fonte et travaux similaires ;
- des techniques hydrauliques sans à-coups sont employées plutôt que des techniques pneumatiques, à impulsion ou par rivetage ;
- des procédés de nettoyage (par abrasion, mécanique et combiné mécanique et chimique) tel que le grenailage, peuvent être utilisés à la place d'opérations de meulage ou de décalaminage ;
- l'utilisation de perforateurs, pour la démolition de certaines structures en béton renforcé, peut être réduite en partie par l'utilisation de techniques hydrauliques d'écrasement ou par l'emploi de grignoteuses.

Il fut un temps où l'accès aux surfaces, en dessous d'une chaussée construite, nécessitait la réalisation d'une tranchée tout le long de la route. Ce travail était habituellement effectué au moyen de brise-béton. Il est désormais possible d'utiliser des machines mobiles pour tronçonner les routes ou réaliser ces tranchées. De même, l'utilisation des techniques de détection électronique pour localiser les fuites d'eau de façon plus précise sur des canalisations enterrées, réduit le besoin de creuser une tranchée tout en augmentant la productivité.

Un bon contrôle de la qualité du procédé permettra non seulement de garantir la qualité du produit, mais également de réduire les risques en diminuant considérablement les erreurs et

donc le recours à des actions correctives avec des machines vibrantes.

On veillera à ne pas remplacer un risque par un risque plus important. Le contrôle de la qualité doit commencer dès la conception. Ainsi la conception des passages de conduites dans la phase de coulée du béton peut dispenser de la nécessité de pratiquer des saignées pour les conduites à l'aide de machines portatives, après la prise du béton.



2.3. Réduction des vibrations par le choix de machines peu vibrantes

2.3.1. Achat de machines peu vibrantes

Les fabricants et importateurs qui commercialisent des machines en Europe peuvent vous aider à choisir les machines les plus adaptées à vos besoins et les plus sûres. Ils sont tenus de respecter la directive « Machines » 2006/42/CE qui leur demande notamment de concevoir leurs machines de façon à réduire autant que possible les risques vibratoires selon l'état de l'art. De plus, les notices d'instructions et les documents commerciaux (y compris les catalogues en ligne) doivent préciser :

- la valeur efficace de l'accélération pondérée mesurée au niveau de la zone de préhension (appelée valeur d'émission), si elle excède $2,5 \text{ m/s}^2$ selon le code d'essai approprié. Quand elle ne dépasse pas les $2,5 \text{ m/s}^2$, ce fait doit être mentionné ;
- le code d'essai appliqué pour obtenir cette valeur d'émission ;
- l'incertitude de mesure (en m/s^2).



L'examen des valeurs déclarées par les fabricants et importateurs permet principalement de classer les appareils d'une même ou de différentes marques en fonction de leur niveau vibratoire et ainsi de choisir celui présentant la valeur vibratoire la moins importante pour un même code d'essai.

Pour acheter une nouvelle machine moins vibrante, une stratégie simple consiste à :

- établir une liste des machines adaptées ;
- prendre en compte les informations disponibles concernant les vibrations pour les machines de cette liste. Pour chaque machine, vérifier que l'on dispose des informations adéquates (valeurs déclarées) ;
- éliminer de la liste les machines déclarées comme générant des vibrations anormalement élevées.

Les fabricants et leurs représentants doivent également fournir des conseils notamment sur la façon de :

- maintenir la machine en bon état,
- éviter les utilisations de la machine susceptibles d'accroître le risque de vibrations élevées, réduire les vibrations.

Pour choisir une machine, il y a lieu également de tenir compte de considérations ergonomiques telles que :

- le poids et le volume des machines,
- la disposition, la forme, la taille et le confort des poignées,
- les forces de préhension et de poussée,
- la facilité d'utilisation et la prise en main,
- le froid au contact des surfaces de préhension ou de l'air d'échappement pour les machines pneumatiques,
- le bruit,
- les poussières émises.

Certains fabricants ou fournisseurs acceptent de prêter des machines pour essai. Il faudra profiter de cette occasion pour demander l'avis des opérateurs à l'issue d'essais en conditions réelles d'utilisation.

Pour de nombreuses familles de machines tenues ou guidées à la main, les fabricants commercialisent des modèles peu vibrants. Aujourd'hui les brise-béton, ponceuses, tondeuses à gazon, tailles haies, scies à chaîne, pistolets à aiguilles... sont souvent anti-vibratiles.

Il est important de sélectionner une machine efficace pour la tâche à effectuer. Une machine inadaptée ou de capacité insuffisante ralentira le travail et exposera les employés plus longtemps à des vibrations. A contrario, une machine trop puissante peut entraîner une exposition à des amplitudes vibratoires inutilement élevées.

Un choix attentif des consommables (par exemple, des abrasifs dans le cas des meuleuses ou des ponceuses) et des accessoires (mèches, burins, lames de scie...) permettra d'optimiser l'exposition aux vibrations. Certains fabricants proposent des accessoires conçus pour réduire les vibrations.

Les catalogues des fabricants de machines sont très fournis en consommables et accessoires, avec des formes et des matériaux adaptés à pratiquement chaque situation de travail. Pour les meuleuses par exemple, il existe des disques à meuler, disques ou roues à lamelles, brosses, manchons abrasifs, roues élastiques en caoutchouc... Il existe également des disques à lamelles avec une forme inclinée, spécifiques pour les cordons de soudure.

Le choix de l'outil consommable peut avoir un effet important dans l'exposition vibratoire des opérateurs. Par exemple, des mesurages réalisés dans une entreprise ont montré qu'avec une même meuleuse, un même opérateur, et une même pièce à meuler, le changement de la marque et du matériau du disque peut doubler le niveau vibratoire pour un même diamètre d'outil.

Généralement, les fabricants de consommables indiquent les vitesses optimales et maximales des outils tournants. Pour rendre le travail plus efficace et diminuer le temps d'exposition, il sera nécessaire de travailler avec la vitesse de rotation optimale de l'outil et donc de vérifier l'adéquation avec la vitesse de la machine.

2.3.2. Choix de systèmes antivibratoires

Le contact direct des mains des opérateurs avec les surfaces vibrantes peut être évité en insérant entre les deux une isolation anti-vibratoire. Cependant, l'installation d'une telle isolation peut s'avérer peu efficace, en particulier pour les machines qui transmettent des vibrations de basses fréquences.

De nombreuses machines sont équipées de poignées, de carters (voire de réservoirs d'essence) suspendus. Bien choisies, les poignées peuvent réduire les vibrations, mais un choix incorrect peut conduire à un effet contraire et gêner les opérateurs dans la maîtrise de leur machine. C'est pourquoi il est préférable de ne retenir que des poignées suspendues recommandées par le fabricant de la machine. Les poignées suspendues montées sur des machines non portables mais guidées à la main (exemple des dameuses) assurent en général une réduction efficace des vibrations transmises à l'opérateur.



Figure 7

Meuleuse équipée de poignées suspendues.

Pour les machines tenues à deux mains, il est préférable que les deux poignées bénéficient de suspensions ou aient fait l'objet d'une conception anti-vibratile. Par exemple, sur certaines meuleuses d'angle de 230 mm, en plus de la poignée auxiliaire, la poignée de commande peut être suspendue par conception avec un découplage de cette poignée par rapport au reste de la machine (figure 7).

Les poignées vibrantes, recouvertes d'un matériau résilient, sont souvent appréciées pour leur confort. En revanche, il est peu probable que cela suffise à diminuer notablement les vibrations de fréquences inférieures à 250 Hz, qui contribuent le plus dans le calcul de l'exposition. À moins d'un choix attentif, les matériaux résilients peuvent même amplifier les vibrations à certaines fréquences.

Le cas des gaines montées autour des burins des marteaux à sculpter la pierre, constitue une exception. Les mesures effectuées ont montré une réduction significative des vibrations au niveau de la zone de préhension sur le burin gainé, comparées à celles prélevées sur un burin nu.

Dans le cas des meuleuses ou des ponceuses, la principale source vibratoire est liée au déséquilibre des parties tournantes. Beaucoup de meuleuses sont aujourd'hui équipées d'auto-équilibreur de balourd ; les ponceuses sont rééquilibrées avec des masselottes judicieusement placées sur la partie tournante. Ces dispositifs complémentaires sont efficaces pour réduire les vibrations transmises aux opérateurs.

2.3.3. Réduction des forces exercées par les opérateurs

Les forces de préhension ou de poussée exercées par l'opérateur sont nécessaires pour tenir la machine ou la pièce à usiner, contrôler ou guider la machine... Une réduction de ces forces se traduit par un couplage moindre entre la main et la machine et donc une plus faible transmission des vibrations aux membres supérieurs. On peut réduire les efforts exercés par l'opérateur en employant par exemple des systèmes

de compensation du poids, qui servent à soutenir les machines vibrantes lourdes, comme des perceuses, des meuleuses, des clefs à choc... La texture du matériau recouvrant les zones de préhension doit être choisie pour faciliter la prise en main de la machine par l'opérateur.

Un mauvais choix des machines, une maintenance inadéquate, une formation insuffisante ou un mauvais agencement du poste de travail conduiront l'utilisateur à appliquer des forces plus élevées que ce qu'exige un travail efficace.

2.3.4. Maintenance des machines et des outils associés

Les machines dégradées vibrent généralement plus que celles en bon état de marche. C'est pourquoi les machines et leurs accessoires doivent être entretenus de façon régulière selon les instructions fournies par les fabricants.

Ainsi :

- les outils tranchants seront affûtés,
 - les parties mobiles seront lubrifiées,
 - les pièces usées seront remplacées,
 - l'équilibrage sera vérifié et corrigé,
- les poignées suspendues, les plots anti-vibrations, les amortisseurs, les paliers et les engrenages seront remplacés avant leurs détériorations (examiner les fissures, le gonflement et le ramollissement ou le durcissement des plots en caoutchouc),
- les équilibres de balourd seront changés s'ils présentent une fuite d'huile,
 - les dents des tronçonneuses seront affûtées et la tension de la chaîne sera ajustée selon les recommandations du fabricant,
 - les moteurs seront réglés.

Les opérateurs devraient disposer d'un stock pour le remplacement des consommables, tels que les disques de ponceuses, les disques de machines à polir, les meules...

Un programme préventif de maintenance est à élaborer par l'employeur qui doit désigner les machines nécessitant une maintenance, ainsi que l'intervalle de maintenance approprié.

Pour les machines pneumatiques, il faut vérifier, le cas échéant, que l'air comprimé contient de l'huile (brouillard d'huile), afin de lubrifier les organes mobiles et que sa pression est constante et suffisante pour faire fonctionner la machine à sa puissance nominale.



2.4. Protection individuelle

Les équipements de protection individuelle (EPI) ne constituent qu'un dernier recours en matière de protection contre les risques professionnels. Il convient de ne les considérer comme un moyen de prévention qu'après avoir exploré toutes les autres options. La protection collective doit demeurer la priorité. Cependant, lorsque l'analyse des risques révèle que celle-ci est insuffisante ou impossible à mettre en œuvre, l'employeur doit mettre à disposition des salariés les EPI appropriés.

2.4.1. Gants antivibratiles

Les gants commercialisés sous la mention « anti-vibrations » doivent porter la marque « CE », qui indique qu'ils ont été soumis à des essais et sont conformes aux exigences de la norme ISO 10819 (comme le fait de couvrir toutes les phalanges).

Dans la pratique, la réduction des vibrations aux fréquences inférieures à 150 Hz (9 000 tr/min) apportée par ces gants est négligeable. En conséquence, ils ne constituent pas une solution efficace pour assurer la protection contre les vibrations émises par la plupart des machines portatives et notamment les machines percutantes. Ils peuvent réduire les risques vibratoires uniquement pour les machines fonctionnant à des vitesses de rotation supérieures à 9 000 tours par minute et tenues avec une force de préhension faible.

2.4.2. Protection contre le froid

Une basse température du corps augmente le risque de blanchiment des doigts (syndrome de Raynaud) par diminution de la circulation sanguine des extrémités.

En conséquence, il faut :

- limiter les travaux utilisant des machines vibrantes en extérieur par temps froid. Si des opérateurs doivent travailler à l'extérieur par temps froid, il existe des poignées chauffantes (tronçonneuse par exemple). Ils doivent en outre disposer de vêtements chauds et de gants.
- éviter l'utilisation de machines susceptibles de refroidir les mains, par exemple les machines à corps en acier ou les machines pneumatiques qui rejettent l'air d'échappement sur les mains de l'opérateur.

La température en intérieur doit être suffisante pour assurer un confort raisonnable, sans nécessiter le port de vêtements spéciaux.



2.5. Réduction de la durée d'exposition

Si les actions mises en œuvre pour réduire l'amplitude des vibrations transmises ne sont pas suffisantes, une solution complémentaire consiste à limiter la durée de l'exposition des opérateurs en les faisant tourner sur les postes ou en modifiant l'organisation du travail (permuter les postes, intercaler des tâches non vibrantes, aménager le temps de travail sur certains postes...).

Les employeurs doivent éviter d'exposer les opérateurs aux vibrations pendant des périodes longues en continu (voir la norme ISO 5349-1, tableau C.1 et figure C.1). Il est souhaitable d'inclure des pauses fréquentes et régulières. Ainsi, si le travail est rémunéré à la pièce, il faut prévoir une organisation encourageant les interruptions. Par exemple : éviter les postes uniquement de clouage, privilégier un travail incluant l'ensemble des processus amenant à la fabrication complète d'une palette.

Exemple *

4 heures d'utilisation d'un burineur émettant en service des vibrations de 7 m/s^2 donne un $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$. Celui-ci atteint la VLE.

L'objectif étant de rester à une valeur maxi de $2,5 \text{ m/s}^2$ (VDA),
Voici ci-dessous deux solutions pour aboutir au même résultat :

Réduire la durée d'exposition par quatre :
soit 1 heure d'utilisation du burineur émettant
en fonctionnement des vibrations de 7 m/s^2 :
 $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$

Réduire le niveau vibratoire par deux :
par le choix d'un burineur moins vibrant
émettant $3,5 \text{ m/s}^2$:
 $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$

(* Exemples)

a) La durée d'exposition peut être réduite en choisissant des machines performantes appropriées pour une tâche spécifique (voir paragraphe 3.3.1).

b) Certains employeurs, en coopération avec les fabricants et les fournisseurs de machines, peignent leurs machines en vert/orange ou rouge pour caractériser les vibrations main-bras. La couleur est fonction de l'amplitude de vibrations attendue lors de l'utilisation de chaque machine et donc de la durée acceptable d'exposition (par exemple 4 h si la machine est verte, 2 h si elle est orange ou 1 h si elle est rouge).

c) Des indicateurs de durées, destinés au mesurage du temps d'exposition fixés sur les machines ou sur les mains, peuvent alerter les opérateurs lorsque la dose de vibrations est dépassée.

d) Certaines machines récentes (ponceuses) disposent, de série, d'accéléromètres intégrés qui informent, via une application, des doses vibratoires reçues par l'opérateur.

Limiter la durée d'exposition est moins efficace que diminuer le niveau d'émission vibratoire. Conformément à la norme ISO 5349-1 [formule (1) du chapitre 2.2.2], la réduction de moitié de l'exposition aux vibrations, nécessite d'abaisser la durée d'utilisation par un facteur de 4 contre un facteur de 2 pour l'émission vibratoire.



2.6. Information et formation des opérateurs

Il est important de fournir aux opérateurs et au personnel d'encadrement des informations sur :

- les risques liés à l'exposition aux vibrations émises par les machines ;
- les circonstances dans lesquelles les opérateurs ont droit à un suivi individuel de leur état de santé ;
- l'existence d'une valeur limite d'exposition et d'une valeur déclenchant l'action ;
- les résultats de l'évaluation des risques vibratoires et/ou des mesures réalisées ;
- les mesures employées pour éliminer ou réduire les risques vibratoires ;
- les méthodes de travail qui minimisent l'exposition aux vibrations ;
- le signalement des machines ou des outils nécessitant une maintenance ;
- le remplacement des outils (mèches, meules...) et des consommables qui contribuent à des expositions vibratoires excessives.

CUMUL D'EXPOSITION

Les opérateurs doivent aussi être informés de l'effet des activités extraprofessionnelles sur les risques pour la santé. En effet, l'utilisation de matériels de bricolage à la maison ou la pratique d'activités telles que la moto augmente l'exposition vibratoire quotidienne et donc le risque de développer une pathologie liée aux vibrations.

Les opérateurs doivent être formés à l'utilisation des machines tenues à la main pour éviter d'appliquer des forces de préhension ou de guidage excessives et pour garantir que les machines soient utilisées de manière sûre et avec une efficacité optimale. Ils doivent apprendre à tenir correctement les machines dotées de poignées suspendues, afin de bénéficier pleinement de la course de la suspension. Par exemple, un brise-béton à poignées suspendues produit de plus fortes expositions vibratoires si l'opérateur appuie trop fortement sur les poignées de la machine (ce qui revient à court-circuiter la suspension).

Les opérateurs et les techniciens de maintenance doivent recevoir une formation pour savoir reconnaître quand des éléments de la machine qui affectent l'exposition aux vibrations (plots élastomères, ressorts, systèmes anti-balourd...) nécessitent une maintenance ou un remplacement.



Les machines portatives peu vibrantes sont parfois rejetées par les utilisateurs pensant à tort qu'elles sont moins performantes que les machines auxquelles ils étaient habitués, du fait de leur différence de poids et de la modification des sensations dues aux vibrations.



ANNEXE A

Risques pour la santé : signes et symptômes

L'utilisation régulière des machines vibrantes tenues à la main peut provoquer l'apparition de troubles ostéo-articulaires au niveau des membres supérieurs se traduisant par des atteintes articulaires du coude et du poignet et des troubles de la circulation sanguine au niveau des doigts, d'origine neuro-vasculaire. L'ensemble de ces affections sont rassemblées sous le terme de syndrome vibratoire mains-bras (SVMB). Le temps de latence entre l'exposition vibratoire et l'apparition des symptômes est variable. Initialement, les symptômes sont intermittents, mais peuvent devenir permanents avec la progression de la maladie.

Troubles neuro-vasculaires

La manifestation majeure des symptômes neuro-vasculaires est l'apparition d'un phénomène de Raynaud secondaire (à l'exposition aux vibrations) encore appelé syndrome des doigts blancs ou syndrome des doigts morts. Les symptômes sont généralement plus sévères du côté de la main dominante au niveau d'un ou plusieurs doigts et volontiers déclenchés par une exposition au froid. Le pouce est rarement touché. La crise typique se déroule en trois phases successives :

- 1 - une phase ischémique ou syncopale correspondant à un spasme des petits vaisseaux artériels. Les doigts deviennent blancs, sont engourdis et il existe une perte de la sensibilité tactile ;

- 2 - une phase cyanique ou asphyxique, pas systématiquement présente, avec une stagnation du sang dans le réseau veineux et capillaire qui a tendance à faire bleuir les doigts ;

- 3 - une phase érythralgique de récupération se traduisant par la reperfusion et une dilatation des vaisseaux. Les doigts sont alors rouges, gonflés et souvent douloureux.

La crise se termine avec un retour à la normale. Les troubles sont réversibles à l'arrêt de l'exposition aux vibrations. Toutefois, avec la progression de la maladie et la persistance de l'exposition vibratoire, la durée, la fréquence et la sévérité de la phase ischémique s'accroissent et peuvent nécessiter une prise en charge médicale spécialisée.

Cas du syndrome du marteau hypothénar

Il s'agit d'un trouble vasculaire qui va affecter l'artère ulnaire. En effet, au niveau de l'éminence hypothénar (partie interne du talon de la main), l'artère ulnaire est peu profonde et directement soumise aux chocs. Les traumatismes répétés sur cette partie de la main peuvent provoquer une lésion de sa paroi vasculaire qui est fragilisée et amincie avec un risque d'apparition de throm-

bose et d'anévrisme de l'artère (formation d'une hernie à travers la paroi de l'artère). Le diagnostic est fait devant un opérateur qui se plaint de fourmillements, d'engourdissements du 4^e et du 5^e doigt de la main qui montrent également des signes d'atteintes vasculaires (doigts froids, bleutés ou noirs). De multiples situations de travail amènent les opérateurs à utiliser le talon de leur main comme un marteau : par exemple pour assembler, ajuster ou caler certains matériaux ou pour serrer et débloquer des écrous avec des clefs.

Troubles neurologiques

Les vibrations transmises aux membres supérieurs peuvent provoquer l'apparition de sensations d'engourdissement et de picotements des doigts et des mains. Ces symptômes tendent à s'aggraver (en durée, en fréquence et en intensité) si l'exposition se poursuit. Les opérateurs concernés peuvent présenter une réduction de la perception tactile, une moindre sensibilité au chaud et au froid, ainsi qu'une dégradation de la dextérité manuelle. Ceci peut interférer avec le travail à accomplir et accroître le risque de survenue d'un accident : lâcher d'objet, blessure avec un outil, chute...

NOTE Les opérateurs exposés aux vibrations peuvent parfois présenter des signes et des symptômes comme le syndrome du canal carpien, un trouble dû à la compression du nerf médian lorsqu'il passe dans un tunnel anatomique au poignet. Les contraintes ergonomiques agissant sur la main et le poignet (mouvements répétitifs, préhension énergique, postures inconfortables), combinées à des vibrations, pourraient causer ce type de syndrome chez les opérateurs qui manipulent des machines vibrantes (tableau 57 des maladies professionnelles).

Troubles ostéo-articulaires

Les vibrations mécaniques mains-bras augmentent la force de préhension et la charge musculaire des muscles de l'avant-bras du fait notamment de troubles de la perception induits par l'exposition aux vibrations. Les opérateurs ont tendance à serrer plus fort que nécessaire leur outil de travail par exemple, ce qui accroît la charge musculaire et augmente le risque de troubles ostéo-articulaires. Les opérateurs exposés peuvent souffrir de douleurs dans les mains et les avant-bras accompagnées d'une diminution de leur force musculaire.

La présence d'arthrose du poignet et du coude avec des calcifications synoviales peut être mise en évidence chez des opérateurs exposés à des vibrations (maladies de Kienböck et de Köhler), D'autres troubles liés au travail peuvent être retrouvés : tels que des tendinopathies (inflammation des tendons et de leurs gaines) ou maladie de Dupuytren à l'origine d'une fibrose au niveau de la face palmaire de la main qui aboutit à la rétraction progressive en flexion du 4^e et du 5^e doigt.

Tableau 69 des maladies professionnelles

Les affections vasculaires, neurologiques (ou angioneurotiques) et ostéo-articulaires liées à l'exposition aux vibrations émises par les machines ou les pièces tenues à la main sont reconnues depuis 1980 comme maladies professionnelles au titre du tableau n° 69 du régime général de la Sécurité sociale (et n° 29 du régime agricole).

Pour en savoir plus, consultez les tableaux des maladies professionnelles :
<http://www.inrs.fr/publications/bdd/mp.html>

ANNEXE B

Osev main-bras : évaluation simplifiée du risque vibratoire lié à l'usage des machines tenues à la main

Afin d'évaluer l'exposition aux vibrations, l'employeur dispose d'une alternative aux instruments de mesure avec l'application Osev Main-bras¹. Elle permet d'estimer en quelques minutes l'exposition journalière transmise par les poignées/corps des machines tenues à la main. Et ceci, même si les opérateurs emploient plusieurs machines dans une même journée. Pour obtenir une valeur de l'accélération équivalente plus précise, il faut faire réaliser des mesures dans les conditions réelles d'utilisation (annexe C).

Comment utiliser Osev main-bras ?

Avant de commencer

Téléchargez l'application Osev Main-bras, accessible librement sur www.inrs.fr (rubrique « vibrations des membres supérieurs »). Cette application nécessite l'exécution de macros Excel® (versions à partir de 2007).

Étape 1 : type de machine

Après avoir renseigné le poste de travail, sélectionnez un type d'activité puis dans le menu déroulant proposé, choisissez la machine utilisée par l'opérateur lors d'une journée type. Pour une meilleure gestion des informations, précisez la référence de la machine.

Étape 2 : conditions d'utilisation

Précisez via un questionnaire, les conditions d'utilisation de chaque machine selon l'environnement de travail, l'entretien de la machine et de l'outil ou la formation des opérateurs, etc. Après validation du questionnaire par l'utilisateur, un code couleur vert, ou jaune indique la sévérité de l'exposition de l'opérateur.

Étape 3 : durée quotidienne

Pour chaque machine sélectionnée, indiquez la durée réelle d'utilisation quotidienne pendant laquelle l'opérateur est soumis aux vibrations. Cette durée d'exposition est limitée aux phases de fonctionnement de la machine, pendant lesquelles l'opérateur est effectivement soumis aux vibrations. Elle n'intègre donc pas les phases non vibrantes ou d'attente.

Étape 4 : résultats

Une fois tous les paramètres saisis, le résultat de l'exposition vibratoire quotidienne apparaît pour chaque machine ainsi que pour l'ensemble de celles-ci. Ce dernier résultat permet d'apprécier le niveau d'exposition de l'opérateur par rapport aux valeurs seuils réglementaires. Les valeurs du A(8) données pour chaque machine offrent la possibilité de classer les sources vibratoires.

Étape 5 : pistes d'action et documentation

Des actions de prévention, ainsi que des documents et brochures (directement téléchargeables sur le site INRS) sont proposés pour le risque vibratoire.

¹ Cette application ne couvre pas toutes les familles. Elle est complétée au fur et à mesure des campagnes de mesures. Il est recommandé de télécharger la dernière version à partir du site de l'INRS.

ANNEXE C

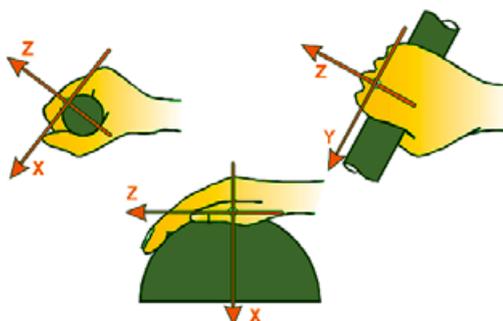
Mesure des vibrations

L'exposition des personnes à des vibrations transmises par les mains doit être évaluée par la méthode définie dans la norme ISO 5349 parties 1 et 2. Les mesures réalisées doivent être les plus représentatives possible de l'activité réelle (opérateur habituel, environnement, tâches, famille de machines, durée de mesure...). Les appareils employés pour la mesure des vibrations doivent être conformes aux spécifications de la norme ISO 8041.

1. Direction

Pour les vibrations transmises aux membres supérieurs, on prélève les vibrations selon trois directions (ou axes) notées x, y et z (voir figure 1). Les directions des vibrations sont repérées par rapport à l'orientation de la main. L'axe X représente la direction des vibrations perpendiculaire au dos de la main, l'axe Y, les vibrations gauche-droite et l'axe Z, les transmissions longitudinales à l'axe du bras.

Figure 1. Directions des vibrations repérées par rapport à l'orientation de la main



2. Amplitude

L'amplitude des vibrations (a) s'exprime comme une accélération efficace en mètres par seconde au carré (m/s^2). Elle est mesurée au niveau des zones de préhension des machines ou des pièces tenues à la main. Elle représente l'accélération moyenne sur une période de mesure. Un capteur de vibrations ne mesure l'accélération que dans une seule direction. Pour obtenir une représentation complète des vibrations transmises à la main, on a donc besoin de trois capteurs : un pour chaque axe. Les fabricants d'accéléromètres commercialisent des boîtiers contenant 3 accéléromètres orthogonaux les uns par rapport aux autres, on parle d'accéléromètre triaxial.

3. Qu'est-ce que la fréquence et la pondération en fréquence ?

La fréquence représente le nombre de fois par seconde où la partie du corps en contact avec la machine vibrante se déplace en va-et-vient. On l'exprime par une valeur en cycles par seconde, exprimée en Hertz (Hz). Pour les machines rotatives, la fréquence dominante est déterminée généralement par la vitesse à laquelle la machine tourne, exprimée par le nombre de tours par minute (tr/min) ; on divise le nombre de tr/min par 60 pour obtenir la fréquence en Hz. Pour les machines percutantes, on procède de même pour connaître la fréquence dominante, en remplaçant le nombre de tours par minute

par la cadence de frappe exprimée en coups par minute.

Pour les vibrations mains-bras, les fréquences jugées importantes sont comprises entre 8 Hz et 1 000 Hz environ. Cependant, comme le risque de dommage n'est pas égal à toutes les fréquences, une pondération en fréquence est utilisée pour représenter la probabilité de dommages. Globalement, le risque et donc l'accélération pondérée diminuent quand la fréquence augmente (figure 2). La même courbe de pondération en fréquence est utilisée pour les trois directions de mesure.

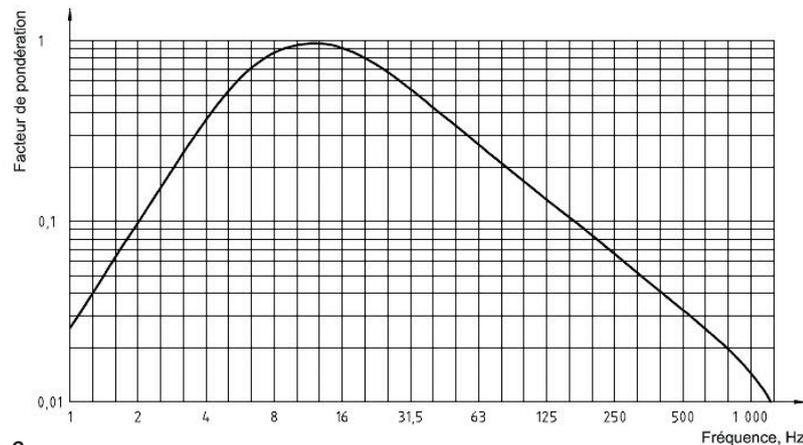


Figure 2.
Évolution, en fonction de la fréquence (bande d'octave), de l'atténuation de la courbe de pondération

NOTE Les connaissances et les normes progressent régulièrement. Le rapport technique ISO/TR 18570 définit une nouvelle courbe de pondération avec un maximum de sensibilité entre 20 Hz et 400 Hz. Elle vise à mieux prendre en considération le risque de troubles vasculaires au niveau de la main mais n'est pas encore intégrée à la norme ISO 5349.

4. Quels paramètres utilise-t-on pour évaluer l'exposition ?

Pour chaque axe de vibrations, on mesure une accélération efficace pondérée en fréquence, notée a_{hw} . La valeur employée pour l'évaluation est la valeur de l'accélération pondérée totale notée a_{hv} , qui combine les trois valeurs pondérées de a_{hw} pour les axes x, y et z selon :

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

5. Quels instruments faut-il utiliser ?

Les appareils de mesure des vibrations main-bras doivent être conformes aux spécifications de la norme ISO 8041. Les vibrations peuvent être très élevées sur les machines tenues à la main, notamment pour les machines percutantes et peuvent dépasser aisément les capacités de capteurs inadaptés. Il est donc important de choisir soigneusement les accéléromètres (capteurs de vibrations) en fonction des amplitudes vibratoires à mesurer. La fixation des capteurs sur les poignées et/ou le corps de la machine conditionne la validité de la mesure. Elle nécessite de ce fait des systèmes légers, compacts et fixés rigidement sur les surfaces de préhension. La norme ISO 5349-2 conseille sur le choix des capteurs et les méthodes de fixation.

ANNEXE D

Exemple de fiche d'exposition vibratoire à un poste de travail

ENTREPRISE/SITE : _____

DEFINITION DU POSTE DE TRAVAIL : _____

NOM DU SALARIÉ : _____

DATE D'ÉVALUATION : _____

					Exposition vibratoire (m/s ²)		Mesures de prévention
					Accélération totale (a _{hw})	Exposition journalière [A(8)]	
Machine			Durée d'exposition journalière (heure)				
Type	Modèle	Tâche					
			Énergie				
			Accessoire				



ANNEXE E

Mesures de prévention contre les vibrations : questions, réponses et exemples

Afin qu'une mesure de prévention soit acceptée et acceptable, les questions à se poser sont les suivantes :

- ~~~~~ Quelle est l'efficacité attendue des mesures de prévention ? [Si possible, leur effet sur la valeur A(8)].
- ~~~~~ Quels sont le délai et la quantité de travail nécessaires pour leur mise en œuvre ?
- ~~~~~ Quel est le nombre d'opérateurs pour lesquels elles améliorent la situation ?

Pour vous aider, vous trouverez des exemples de mesures de prévention appropriées en fonction du risque identifié dans les questions suivantes.

1. Existe-t-il des procédés de travail alternatifs à ceux impliquant une exposition aux vibrations ?

Des procédures ou des méthodes alternatives permettent d'éliminer, ou au moins de réduire l'effet des vibrations.

Exemples : des pièces moulées sans bavures réduisent la nécessité de l'ébavurage à l'aide de meuleuses ou de burineurs ;
> utiliser des joints collés ou soudés plutôt que des assemblages par rivets.

2. Est-il possible de remplacer les machines vibrantes par des équipements peu vibrants ?

L'utilisation de machines avec un principe de fonctionnement différent ou équipées de dispositifs amortisseurs peut réduire sensiblement les vibrations.

Exemple : perforateurs munis d'un mécanisme de percussion au lieu de perceuses à percussion, brise-béton avec poignées suspendues, couteau vibrant suspendu...

3. Est-il possible de remplacer les outils ou les consommables par des produits générant moins de vibrations ?

Bien choisir les outils peut agir sur l'exposition aux vibrations. Certains fabricants proposent des accessoires conçus pour réduire l'émission de vibrations

Exemple : les vibrations générées par les forets, burins, lames de scies ou disques de meulage, peuvent être réduites par des produits ayant une géométrie, une propriété de matériaux ou une précision de fabrication particulière.

4. Est-il possible d'ajouter des dispositifs spécifiques pour réduire l'exposition vibratoire ?

L'équipement de la machine avec un support ou des poignées anti-vibrations évite à l'opérateur un contact direct avec les surfaces vibrantes.

Exemple : utiliser uniquement des poignées approuvées par le fabricant car l'utilisation de poignées anti-vibrations inadéquates peut produire l'effet inverse.

5. Les machines utilisées doivent-elles être adaptées pour réaliser la tâche prévue ?

Des vibrations anormalement élevées peuvent être générées quand la machine est utilisée en dehors de son domaine de fonctionnement.

- Exemples :** > utiliser une machine de puissance adaptée. L'emploi d'une machine de puissance insuffisante peut augmenter le temps d'exposition ;
> suivre les instructions d'utilisation du fabricant et former les opérateurs.

6. Les conditions d'utilisation de la machine sont-elles conformes aux informations du fabricant ?

L'utilisation d'une machine pneumatique à une pression autre que celle recommandée peut conduire à une exposition anormalement élevée.

- Exemples :** > mettre en place des moyens de contrôles et de réglages (détendeurs) ;
> suivre les instructions d'utilisation du fabricant et former les employés.

7. Peut-on réduire les vibrations par des vérifications régulières des accessoires, des outils ou des consommables ?

Des outils émoussés ou des accessoires usés entraînent souvent une augmentation des vibrations, des efforts et/ou de la période d'exposition.

- Exemples :** > vérifier et affûter ou remplacer les mèches, lames de scies, disques...
> former les opérateurs et suivre les instructions du fabricant.

8. L'entretien de la machine a-t-elle une influence sur les niveaux vibratoires ?

L'absence d'entretien suivant les notices techniques peut provoquer une exposition à des niveaux de vibrations anormalement élevés. Il convient de contrôler régulièrement le fonctionnement et l'état des machines et des dispositifs réducteurs anti-vibratiles.

- Exemples :** > Opérations de maintenance et d'entretien :
> lubrification de toutes les parties mobiles selon les recommandations du fabricant,
> remplacement des pièces usées,
> vérification du balourd et réglage, le cas échéant,
> inspection et remplacement des dispositifs réducteurs anti-vibratiles avant la détérioration de leur efficacité,
> remplacement des poignées suspendues défectueuses,
> vérification des paliers et des transmissions, et remplacement des pièces défectueuses.

9. Est-il possible de réduire la transmission des vibrations en diminuant les forces de préhension et de poussée ?

La réduction des forces de couplage entraîne une réduction des vibrations.

Des dispositions doivent être prises pour éviter les tâches au cours desquelles l'opérateur doit supporter le poids de la machine et exercer une force de traction/poussée supplémentaire (exemple d'un travail au-dessus de la tête).

- Exemples :** > utiliser des équilibrateurs sur supports afin de compenser le poids des machines, tels que des perceuses lourdes, meuleuses, visseuses, cloueurs et marteaux à sculpter ;
> choisir une machine avec une zone de préhension conçue pour aider l'utilisateur à réduire les forces de préhension nécessaires pour tenir et guider la machine.

10. Est-il possible de réduire les effets d'autres agents ou des conditions de travail susceptibles d'augmenter le risque ?

L'opérateur exposé à des vibrations doit éviter de travailler dans des environnements qui augmentent le risque dû aux vibrations : froid, humidité, mauvaises postures, forces appliquées élevées.

- Exemples :** > travailler dans un endroit à l'abri de l'humidité ou du froid ;
> porter des gants et des vêtements chauds ;
> utiliser des machines conçues pour ne pas refroidir les mains (machines à corps en acier revêtus d'un isolant thermique, rejet de l'air d'échappement vers l'extérieur...) ou machines munies de poignées chauffantes (scies à chaîne...).

11. Doit-on réduire la durée de l'exposition des opérateurs aux vibrations ?

Dès que la valeur d'action de prévention est atteinte, limiter la durée d'utilisation des machines peut contribuer parmi d'autres actions à se situer sous la VDA. Cette action est généralement moins efficace que celles qui consistent à agir sur l'amplitude des vibrations (voir partie 2, §2.5).

Exemple : il convient d'organiser les tâches de sorte que les opérateurs soient exposés aux vibrations pendant de courtes durées peu répétées. Prévoir une rotation entre postes exposés à des vibrations d'amplitude élevée et postes exposés à des vibrations d'amplitude peu élevée.

12. Est-il efficace de poser un matériau viscoélastique sur les zones de préhension pour réduire les vibrations ?

Les matériaux viscoélastiques sont inefficaces pour réduire les vibrations en dessous de 200 à 300 Hz. Des tels matériaux mal choisis peuvent augmenter l'amplitude des vibrations à certaines fréquences.

Exemple : envelopper les poignées vibrantes de caoutchouc ou d'un autre matériau élastique peut améliorer le confort et réduire la transmission du froid.

13. Les gants commercialisés sous la mention « anti-vibrations » peuvent-ils contribuer utilement à la réduction de l'exposition aux vibrations ?

Les gants même « anti-vibrations » au sens de la norme ISO 10819 ne sont pas suffisants pour assurer la protection contre les vibrations en dessous de 150 Hz (rotation du moteur ou de l'outil en dessous de 9 000 tr/min).

Par contre, ces gants peuvent réduire partiellement le risque vibratoire pour les machines fonctionnant à des vitesses de rotation élevées (au-dessus de 9 000 tr/min).

Exemple : certains opérateurs apprécient les gants commercialisés sous la mention « anti-vibrations » car ils rendent la tenue des machines ou des pièces vibrantes plus confortable. Une épaisseur excessive des gants peut altérer la dextérité et induire des risques d'accidents.

14. Les pauses sans vibrations protègent-elles les opérateurs ?

Des pauses sans vibrations peuvent réduire les troubles vasculaires, éliminer les contraintes sur le système musculaire, etc.

Exemple : l'organisation du travail avec des pauses sans sollicitations vibratoires est à privilégier.

Pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cramif ou CGSS.

Services Prévention des Carsat et de la Cramif

Carsat ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14, rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@carsat-am.fr
www.carsat-alsacemoselle.fr

(57 Moselle)
3, place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.carsat-alsacemoselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11, avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 69 45 10 12
fax 03 89 21 62 21
www.carsat-alsacemoselle.fr

Carsat AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80, avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
documentation.prevention@
carsat-aquitaine.fr
www.carsat-aquitaine.fr

Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal,
43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
Espace Entreprises
Clermont République
63036 Clermont-Ferrand cedex 9
tél. 04 73 42 70 19
fax 04 73 42 70 15
offredoc@carsat-auvergne.fr
www.carsat-auvergne.fr

Carsat BOURGOGNE - FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,
39 Jura, 58 Nièvre,
70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
46, rue Elsa-Triolet
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 33 13 92
fax 03 80 33 19 62
documentation.prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

Carsat BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236, rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex 09
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drp.cdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

Carsat CENTRE - VAL DE LOIRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36, rue Xaintrailles
CS44406
45044 Orléans cedex 1
tél. 02 38 79 70 21
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-cvl.fr

Carsat CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
37, avenue du Président-René-Coty
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

Cram ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne,
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19, place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevdocinrs.cramif@assurance-maladie.fr
www.cramif.fr

Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29, cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr
www.carsat-lr.fr

Carsat MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2, rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
doc.prev@carsat-mp.fr
www.carsat-mp.fr

Carsat NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85, rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
documentation.prevention@carsat-nordest.fr
www.carsat-nordest.fr

Carsat NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11, allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

Carsat NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours
CS 36028
76028 Rouen cedex 1
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

Carsat PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2, place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 02 51 72 84 08
fax 02 51 82 31 62
documentation.rp@carsat-pl.fr
www.carsat-pl.fr

Carsat RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,
74 Haute-Savoie)
26, rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 97 92
fax 04 72 91 98 55
prevention.doc@carsat-ra.fr
www.carsat-ra.fr

Carsat SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35, rue George
13386 Marseille cedex 20
tél. 04 91 85 85 36
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services Prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

Espace Amédée Fingarol, bât. H
Parc d'activités La Providence, ZAC de Dothémare
97139 Les Abymes
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13
risquesprofessionnels@cgss-guadeloupe.fr
www.preventioncgss971.fr

CGSS GUYANE

CS 37015
97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01
prevention-rp@cgss-guyane.fr

CGSS LA RÉUNION

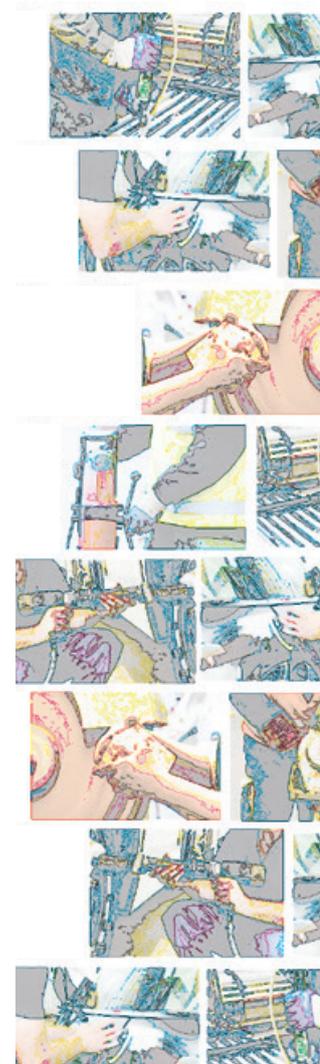
4, boulevard Doret, CS 53001
97741 Saint-Denis cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss.re
www.cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes,
97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 76 19 – fax 05 96 51 81 54
documentation.atmp@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr

Ce guide de bonnes pratiques sur les vibrations transmises à la main et au bras est destiné à aider les entreprises à réduire le risque, pour leurs salariés, d'exposition aux vibrations mécaniques. Sur la base d'une analyse préalable des risques, il définit les méthodologies pour :

- déterminer s'il y a une présomption d'exposition aux vibrations et, dans ce cas, pour l'évaluer,
- faciliter le choix et l'utilisation de machines moins vibrantes,
- optimiser les méthodes et l'application des mesures techniques ou organisationnelles de protection.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6342

1^{re} édition octobre 2019 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2504-6

▶ L'INRS est financé par la Sécurité sociale - Assurance maladie / Risques professionnels ◀

www.inrs.fr

YouTube

