

Guide des bonnes pratiques en matière de

Vibrations mains-bras

Guide consultatif des bonnes pratiques en vue de
l'application de la Directive 2002/44/EC relative aux
exigences minimales d'hygiène et sécurité pour
l'exposition des employés aux risques résultant
d'agents physiques (vibrations).

SOMMAIRE

<i>Sommaire</i>	2
<i>Avant-propos</i>	4
<i>Remerciements</i>	5
<i>Chapitre 1 Introduction</i>	6
<i>Chapitre 2 Évaluation des risques</i>	9
2.1 Les fondements de l'évaluation des risques	10
2.2 Déterminer la durée d'exposition	13
2.3 Amplitude des vibrations	14
2.3.1 Utilisation des données d'émission du fabricant1	14
2.3.2 Utilisation d'autres sources de données	16
2.3.3 Mesure de l'amplitude des vibrations	17
2.4 Calcul des expositions journalières aux vibrations	18
2.4.1 Exposition vibratoire quotidienne	18
2.4.2 Expositions vibratoires partielles	18
2.4.3. Incertitude des évaluations d'exposition journalière	19
<i>Chapitre 3 Supprimer ou réduire l'exposition</i>	20
3.1 Élaborer une stratégie de maîtrise du risque	21
3.2 Consultation et participation des travailleurs	22
3.3 Maîtrise des risques	23
3.3.1 Utilisation d'autres méthodes de travail	23
3.3.2 Choix des équipements	23
3.3.3 Politique d'achat	24
3.3.4 Agencement du poste de travail	25
3.3.5 Formation et information des employés	26
3.3.6 Rythmes de travail	27
3.3.7. Mesures collectives	27
3.3.8 Habillement et protections personnelles	27
3.3.9 Maintenance	28
3.4 Suivi et réévaluation des vibrations	29
3.4.1 Comment savoir si le contrôle des vibrations a été efficace ?	29
3.4.2 Quand faut-il reconduire l'évaluation des risques ?	29
<i>Chapitre 4 SUIVI médical</i>	30

4.1	Quand un suivi médical est-il nécessaire ?	31
4.2	Quels sont les relevés nécessaires ?	31
4.3	Que faire si l'on détecte une pathologie?	31
<i>Annexe A</i>	<i>Résumé des responsabilités définies par la Directive 2002/44/EC</i>	<i>33</i>
<i>Annexe B</i>	<i>Qu'est-ce qu'une vibration ?</i>	<i>34</i>
<i>Annexe C</i>	<i>Risques sanitaires, signes et symptômes</i>	<i>38</i>
<i>Annexe D</i>	<i>Outils de calcul des expositions journalières.....</i>	<i>40</i>
<i>Annexe E</i>	<i>Exemples d'exposition.....</i>	<i>46</i>
<i>Annexe F</i>	<i>Techniques pour le suivi médical.....</i>	<i>50</i>
<i>Annexe G</i>	<i>Glossaire</i>	<i>53</i>
<i>Annexe H</i>	<i>Bibliographie</i>	<i>54</i>
<i>Index</i>	<i>.....</i>	<i>61</i>

AVANT-PROPOS

La Directive 2002/44/EC donne des valeurs limites d'exposition et des valeurs d'action d'exposition. Elle explique également les obligations des employeurs en termes de détermination et d'évaluation des risques, définit les mesures à prendre pour réduire ou éviter les expositions et détaille les moyens d'informer et de former les employés. Un employeur qui prévoit de conduire des travaux comportant des risques liés à une exposition à des vibrations doit donc déployer toute une panoplie de mesures de protection avant et pendant les travaux proprement dit. De même, la Directive exige des États-membres qu'ils mettent en place un système approprié pour le suivi médical des employés exposés à des risques liés à des vibrations.

Comme évaluer et déterminer les risques résultant d'une exposition à des vibrations d'une part, et déployer des mesures de protection d'autre part peut s'avérer difficile, on a jugé utile de disposer d'un « guide de bonnes pratiques » à caractère non obligatoire. Il facilitera l'évaluation des risques liés à l'exposition aux vibrations transmises à la main et au bras, la détermination de contrôles pour éliminer ou réduire l'exposition, et l'application de méthodes pour empêcher le développement et la progression de pathologies.

Ce guide sur les vibrations transmises à la main et au bras, ainsi que le guide associé sur les vibrations globales du corps (référence : Guide consultatif des bonnes pratiques en matière de vibrations globales du corps en vue de l'application de la Directive 2002/44/EC relative aux exigences minimales d'hygiène et de sécurité pour l'exposition des employés aux risques résultants d'agents physiques (vibrations).), a été préparé sous le numéro de contrat VC/2004/0341 pour la Direction générale de l'emploi et des affaires sociales de la Commission européenne.

REMERCIEMENTS

ISVR: Professeur M. J. Griffin & Dr H. V. C. Howarth

Institute of Sound and Vibration Research
University of Southampton, U.K.

HSL: Mr P. M. Pitts

Health and Safety Laboratory
U.K.

BGIA: Dr S. Fisher & Mr U. Kaulbars

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz,
Allemagne.

INRS: Dr P. M. Donati

Institut National de Recherche et de Sécurité,
France.

HSE: Mr P.F. Bereton

Health and Safety Executive
U.K.

Sous la supervision de :

La Commission de Travail « Vibration » mandatée par le Comité de Conseil sur la Sécurité et la Santé au Travail en coopération avec la Commission européenne.

Nous avons aussi utilisé pour la préparation de ce guide, l'information générée par les deux projets suivants qui sont financés par la CE :

VIBRISKS : Risques liés à l'exposition professionnelle aux vibrations,
Projet EC FP5 no. QLK4-2002-02650.

VINET: Réseau de Recherche sur la Détection et la Prévention des blessures dues à l'exposition professionnelle aux vibrations,
projet EC Biomed II no. BMH4-CT98-3251.

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

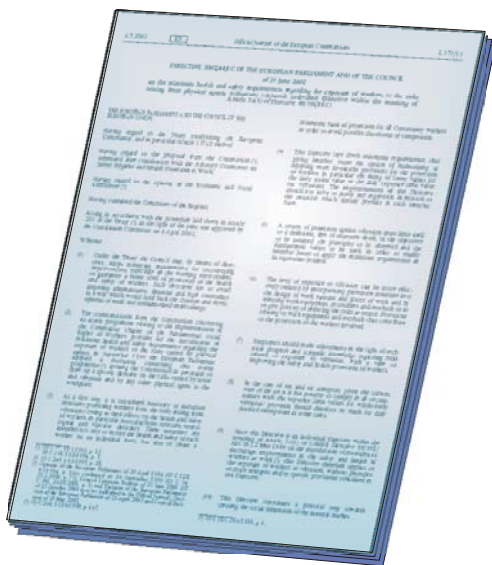
La Directive européenne 2002/44/EC (« Directive Vibration ») rend responsable les employeurs de s'assurer que les risques des vibrations transmises à la main et au bras sont éliminés ou réduits au minimum (ces responsabilités sont résumées dans [l'annexe A](#)).

Ce guide vise à aider les employeurs à identifier les dangers liés à des vibrations mains-bras, à évaluer les expositions et les risques, et à identifier les mesures permettant de préserver l'hygiène et la sécurité des employés exposés à ces risques vibratoires.

Ce guide doit être lu conjointement à la directive sur les vibrations ou à la législation nationale qui transpose les exigences de cette Directive.

Les vibrations main bras sont provoquées par des vibrations transmises à la main et au bras par la paume et les doigts (voir [l'annexe B](#)). Les employés dont les mains sont régulièrement exposées à des vibrations peuvent souffrir de dégradations des tissus de leurs mains et de leurs bras, sources de symptômes connus collectivement sous le nom de syndrome vibratoire mains-bras, voir [Annexe A](#).

Les risques de *vibrations mains-bras* affectent des personnels de tous les secteurs d'activités. Ces risques augmentent grandement avec l'utilisation d'équipements très vibrants, ainsi qu'avec une utilisation régulière et prolongée de ces équipements. Cependant, des études ont montré que les risques vibratoires peuvent être maîtrisés et réduits par une gestion appropriée. Elles ont montré également que le coût de cette maîtrise des risques n'est pas nécessairement élevé et peut généralement être compensé par les avantages liés au maintien des employés en bonne santé. Par ailleurs, les mesures de contrôle des vibrations ont conduit dans de nombreux cas à une amélioration de l'efficacité.



La Directive sur les vibrations (Directive 2002/44/EC – voir encadré “Autres lectures”) fixe des normes minimales pour contrôler les risques liés aux vibrations transmises à la main et au bras. La Directive sur les vibrations exige que les Etats membres de l'Union Européenne incluent dans leur législation nationale les exigences de cette Directive avant le 6 juillet 2005. La législation nationale peut être plus exigeante que la Directive, et ne devrait pas réduire la protection des travailleurs par aucune législation précédente.

La Directive sur les vibrations définit un *seuil d'action d'exposition* au-dessus duquel elle impose aux employeurs de contrôler les risques de vibrations mains-bras chez leurs employés, et une *valeur limite*

d'exposition au-dessus de laquelle les employés ne doivent pas être exposés¹:

- un seuil d'action d'exposition journalier de 2,5 m/s²
- une valeur limite d'exposition journalière de 5 m/s².

Cependant, il reste des risques de pathologie d'origine vibratoire même si l'exposition est inférieure au seuil d'action. La Directive sur les vibrations formule des exigences pour les employeurs, afin de garantir que les risques résultant des vibrations mains-bras sont éliminés ou réduits à un minimum. Ces responsabilités sont résumées dans [l'annexe A](#).

La Directive sur les vibrations découle de la Directive cadre (Directive 89/391/EEC – voir l'encadré "Autres lectures") dont proviennent bon nombre des exigences de la directive Vibrations, qui font explicitement référence à la Directive cadre.

Ce guide aidera les employeurs à respecter la directive sur les vibrations dans le cas des vibrations transmises à la main et au bras. Ce guide vise à couvrir les méthodologies pour déterminer et évaluer les risques ; à faciliter le choix et l'utilisation des équipements de travail ; à optimiser les méthodes les méthodes et l'application des mesures de protection (mesures techniques et ou organisationnelles) sur la base d'une analyse préalable des risques. Ce guide fournit également des détails sur les types de formations et d'informations qui devront être dispensées aux employés concernés, et propose des solutions efficaces aux autres questions soulevées dans la Directive sur les Vibrations. La structure de ce guide est présentée sur le schéma de la [Figure 1](#).

Autres lectures :

Directive Vibrations :

Directive 2002/44/EC du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative aux exigences *minimales d'hygiène et de sécurité relatives à l'exposition des employés à des risques résultants d'agents physiques (vibrations) (seizième directive individuelle au sens de l'article 16(1) de la Directive 89/391/EEC)*

Directive cadre :

Directive 89/391/EEC du Parlement européen et du Conseil du 12 juin 1989 relative à l'introduction de mesures visant à promouvoir des améliorations dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité des employés pendant le travail.

¹ Les Etats membres ont le droit (après consultation des partenaires industriels) d'appliquer des périodes de transition à la valeur limite d'exposition pour une période de 5 ans à partir du 6 juillet 2005 (les États membres sont autorisés à prolonger cette période de 4 années supplémentaires pour les machines agricoles et forestières). Ces périodes de transition concernent les machines livrées avant le 6 juillet 2007 pour lesquelles la valeur limite d'exposition ne peut pas être respectée (tenant compte de tous les moyens techniques et organisationnels pour contrôler le risque).

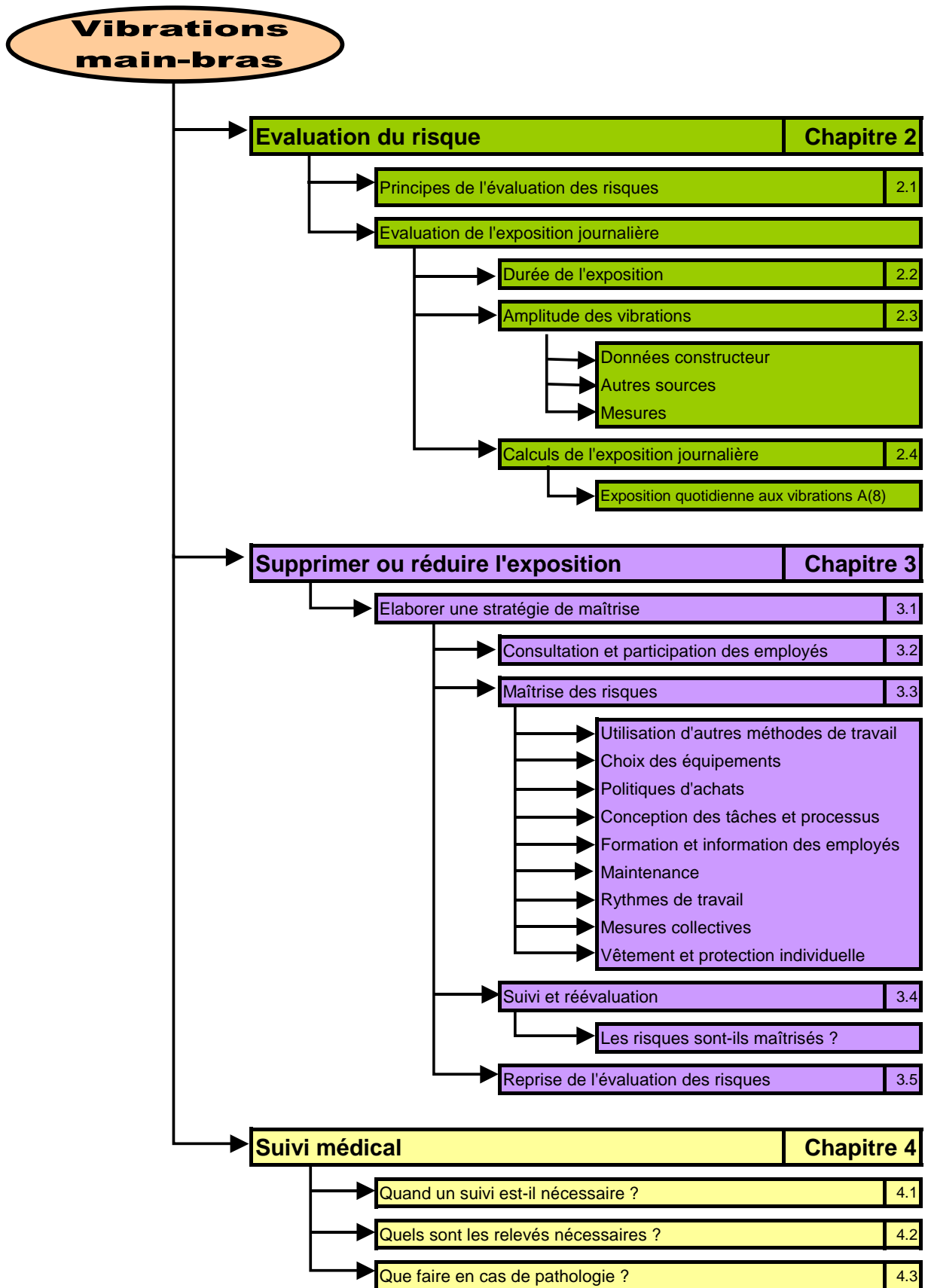


Figure 1 - Organigramme vibrations mains-bras

CHAPITRE 2 ÉVALUATION DES RISQUES

Le but de l'évaluation des risques liés aux vibrations mains-bras est de vous permettre en tant qu'employeur de prendre des décisions valides quant aux mesures nécessaires pour empêcher ou maîtriser correctement l'exposition de vos employés aux vibrations mains-bras.

Dans ce chapitre, nous vous montrons comment déterminer si vous avez un problème d'exposition à des vibrations mains-bras sur votre lieu de travail, sans avoir besoin de réaliser des mesures ou d'avoir des connaissances détaillées sur l'évaluation des expositions

2.1 Les fondements de l'évaluation des risques

L'évaluation des risques doit :

- identifier s'il peut y avoir un risque dont des vibrations mains-bras seraient la cause ;
- estimer les expositions des employés et les comparer au seuil d'action d'exposition et à la valeur limite d'exposition ;
- identifier les possibilités de maîtrise des risques ;
- identifier les étapes prévues pour maîtriser et suivre les risques de vibrations mains-bras ; et
- enregistrer l'évaluation, les étapes suivies et leur efficacité.



Un point de départ dans votre évaluation des risques consiste à considérer le secteur d'activité qui est le vôtre, les processus impliqués et les machines et équipements utilisés, et à vous interroger : “Vos activités utilisent-elles des équipements motorisés portatifs, guidés manuellement ou tenus à la main ?” Si tel est le cas, vous devrez sans doute gérer des expositions à des vibrations. Vous trouverez dans le [tableau 1](#) quelques questions destinées à vous aider à évaluer la nécessité d'actions. Certaines machines connues pour présenter des risques de vibrations mains-bras sont portées sur la [Figure 2](#) à titre d'exemple.

Il est important d'impliquer les travailleurs et leurs représentants dans l'évaluation des risques et de les informer. Une participation réelle des travailleurs aidera à s'assurer que l'information utilisée pour l'évaluation des risques repose sur une évaluation réaliste du travail entrepris et de la durée nécessaire pour faire le travail.

Les facteurs qui gouvernent l'exposition quotidienne d'une personne aux vibrations sont l'amplitude pondérée en fréquence (niveau) des vibrations, ainsi que la durée de l'exposition. Plus l'amplitude ou la durée de l'exposition augmente, plus l'exposition de la personne aux vibrations augmente également.

Tableau 1 Questions pour vous aider à évaluer la nécessité d'actions

Utilisez-vous des machines rotatives (par ex. meuleuse, polisseuse) ?

Certaines machines rotatives peuvent dépasser le seuil d'action d'exposition en l'espace d'une demi-heure environ, et il vous faudra certainement prendre des mesures si certains employés les utilisent pendant plus de deux heures par jour.

Utilisez-vous des machines à impact ou à percussion (par ex. marteau à percussion) ?

Avec les machines à impact ou à percussion, les niveaux de vibrations sont généralement beaucoup plus élevés qu'avec les machines rotatives. Certains marteaux à percussion peuvent dépasser le seuil d'action d'exposition en quelques minutes seulement, et il vous faudra certainement prendre des mesures si certains employés les utilisent pendant plus d'une demi-heure par jour.

Les fabricants ou fournisseurs de vos machines mettent-ils en garde contre les risques de vibrations ?

Si vous utilisez des machines portatives qui peuvent exposer l'utilisateur à un risque de pathologie vibratoire, le fabricant doit vous mettre en garde dans le manuel.

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 et constituent le signe d'un risque de vibrations mains-bras en cas d'utilisation prolongée de cette machine.

Des employés exposés aux vibrations se sont-ils déjà plaints de symptômes correspondant au syndrome de vibrations mains-bras ?

En cas de signes du syndrome de vibrations mains-bras, les expositions aux vibrations doivent être gérées. Si les symptômes sont liés à des expositions inférieures au seuil d'action, ils peuvent signaler des employés particulièrement sensibles aux risques de vibrations mains-bras.

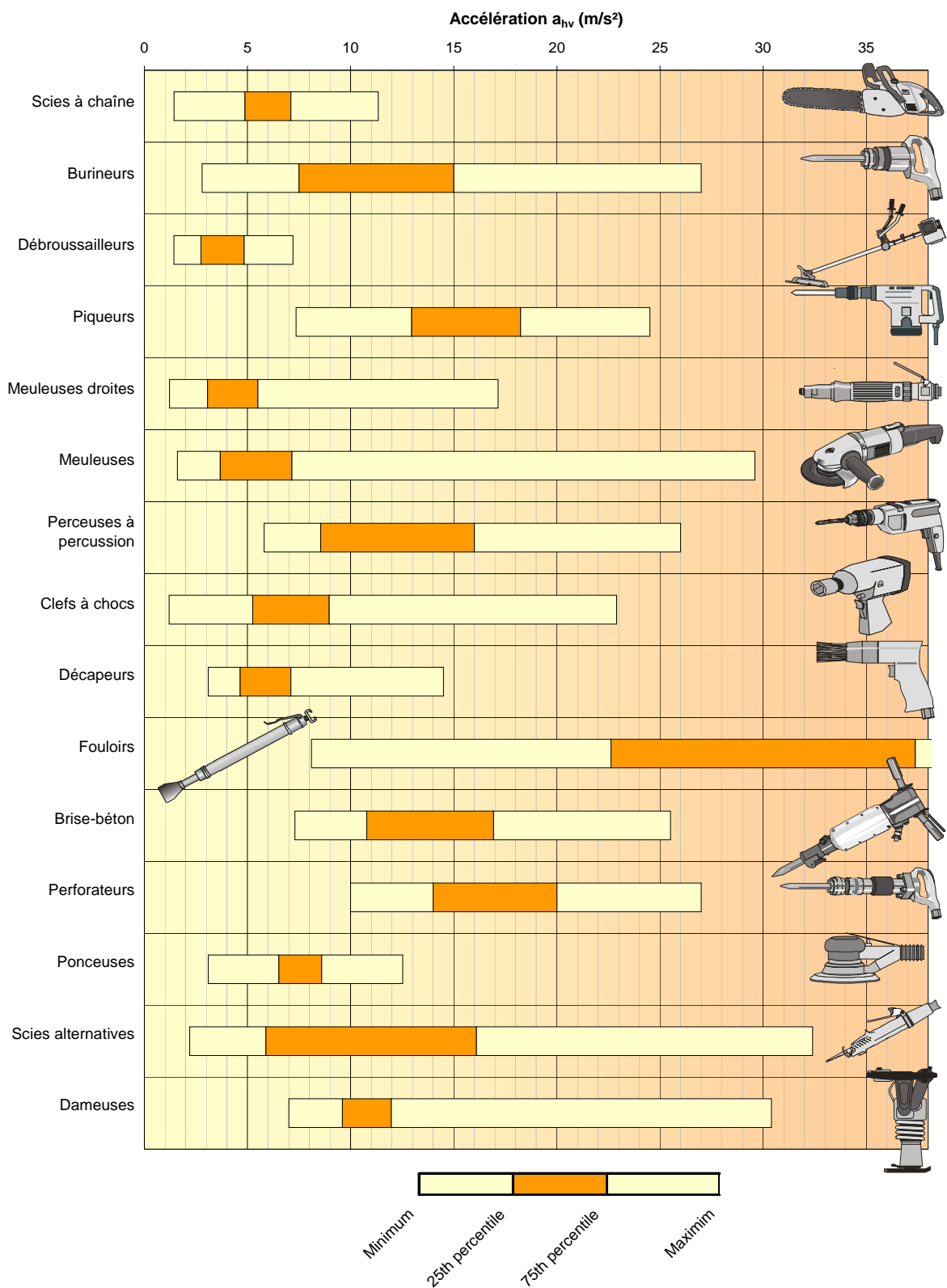
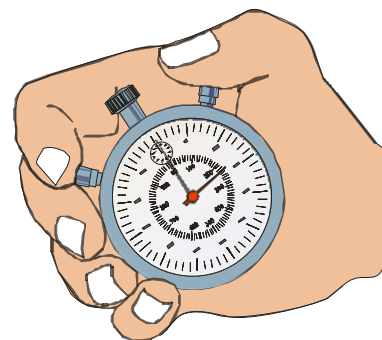


Figure 2 Exemples d'amplitudes des vibrations pour des machines courantes
 Etendues des valeurs de vibrations pour des équipements courants sur le marché européen. Ces données ne sont que pour l'illustration. Pour plus de détails se reporter à l'annexe B.

2.2 Déterminer la durée d'exposition

Pour évaluer l'exposition aux vibrations, nous devons évaluer le temps pendant lequel les opérateurs de machines sont exposés aux vibrations. L'expérience a montré qu'on la surestime souvent pendant l'évaluation des risques.

Dans ce chapitre, nous examinons les informations nécessaires pour la durée, et comment on peut les déterminer.



Avant de pouvoir estimer l'exposition journalière aux vibrations, A(8), il est nécessaire de connaître la durée journalière totale d'exposition aux vibrations pour chaque machine ou processus concerné. Ne comptez que le temps que les employés passent réellement à utiliser l'équipement ; ne comptez pas les moments pendant lesquels l'employé a posé l'équipement ou le tient, mais sans le faire fonctionner.

Le temps de contact ou temps de déclenchement est le temps pendant lequel les mains sont effectivement exposées aux vibrations de la machine ou de la pièce. Le temps de déclenchement est souvent nettement plus court que le « temps total consacré à la tâche » et est fréquemment surestimé par les opérateurs. La méthode utilisée pour estimer les temps de déclenchement varie souvent selon que la machine est utilisée de manière continue ou intermittente :

Utilisation continue d'une machine :

Exemple : utilisation d'une meuleuse pour éliminer de grandes quantités de matière sur plusieurs heures.

Observez le travail pendant une partie représentative de la journée de travail et notez le temps pendant lequel la machine fonctionne. Un chronomètre ou un enregistrement vidéo peut s'avérer utile.

Utilisation intermittente d'une machine :

Exemple : utilisation d'une clé à chocs pour serrer des écrous de roue sur des véhicules.

Vous disposerez peut-être d'informations sur le nombre d'opérations pendant la journée de travail (par ex. nombre de composants terminés chaque jour). En estimant la durée moyenne d'une opération et en observant la cadence de travail sur une période d'observation donnée, il est alors possible de calculer la durée totale par jour.

Dans notre exemple d'une clé à chocs, vous connaîtrez peut-être le nombre de roues remplacées chaque jour et le nombre d'écrous sur chaque roue, mais il vous faudra savoir également le temps qu'il faut pour démonter et remonter une roue.

Les rythmes de travail doivent également être examinés soigneusement. Par exemple, certains employés n'utiliseront certaines machines vibrantes qu'à certains moments de la journée ou de la semaine. Des schémas d'utilisation typiques doivent être établis, car ils constituent un paramètre important dans le calcul de l'exposition probable d'une personne aux vibrations.

Autres lectures :

EN ISO 5349-2:2001 Vibrations mécaniques — Mesure et évaluation de l'exposition des personnes aux vibrations transmises par les mains Partie 2 : Guide pratique pour les mesures sur le lieu de travail

CEN/TR 15350 Vibrations mécaniques — Guide pour l'évaluation de l'exposition à des vibrations transmises par les mains à partir de données disponibles, notamment celles fournies par les fabricants de machines

2.3 Amplitude des vibrations

Le risque de vibrations mains-bras est basé sur la valeur totale de l'accélération pondérée en fréquence a_{hv} , qui est donnée par la racine de la somme des carrés des accélérations pondérées en fréquence sur les trois axes orthogonaux x , y et z :

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hw x}^2 + a_{hw y}^2 + a_{hw z}^2}$$

La valeur est évaluée à l'endroit où les vibrations pénètrent dans la main (voir [Annexe B](#)).

Les informations utilisées pour votre évaluation des vibrations doivent s'approcher des caractéristiques vibratoires probables des équipements que vous comptez utiliser, et à la façon dont vous comptez les utiliser.

Dans ce chapitre, nous examinons la façon d'estimer les vibrations à partir des données du fabricant et d'autres sources de données publiées, ainsi qu'à partir de mesures sur le lieu de travail.

2.3.1 Utilisation des données d'émission du fabricant

La "Directive Machines" de l'Union européenne (Directive 98/37/EC) définit les exigences essentielles en matière d'hygiène et de sécurité pour les machines commercialisées dans l'UE, notamment des exigences spécifiques au problème des vibrations.

Entre autres, la Directive Machines exige des fabricants, importateurs et fournisseurs de machines qu'ils fournissent des informations sur les émissions de vibrations transmises à la

main. Ces informations doivent figurer dans les informations ou instructions qui accompagnent la machine.

Les valeurs d'émissions de vibrations déclarées par les fabricants proviennent généralement de codes d'essais européens harmonisés, élaborés par des instances de normalisation européennes ou internationales, et (à partir de 2005) celles-ci sont basées sur EN ISO 20643. Citons comme exemple la série EN ISO 8662 pour les machines pneumatiques et autres machines non électriques, et la série EN 60745 pour les machines électriques.

Les valeurs déclarées permettent aux acheteurs de comparer les machines testées selon un même code d'essai. Ces valeurs peuvent montrer quand il y a de fortes différences entre machines, si bien que les machines très vibrantes peuvent être évitées.

Les données d'émissions des fabricants peuvent vous dire quelle quantité de vibrations risque de pénétrer dans les mains d'une personne pendant l'utilisation d'une machine donnée. Cela peut s'avérer utile pour procéder à une estimation de l'exposition quotidienne et à une évaluation des risques.

Actuellement, les codes d'essai ont tendance à sous-estimer les vibrations des machines pendant leur utilisation sur le lieu de travail, et elles sont généralement basées sur des mesures sur un seul axe de vibrations. CEN/TR 15350 indique que, pour estimer un risque, les valeurs d'émissions déclarées par les fabricants doivent le plus souvent être multipliées par un facteur qui dépend du type de machine :

Machines thermiques :	×1
Machines pneumatiques :	X 1,5 à 2
Machines électriques :	X1,5 à 2

Quand les fabricants déclarent une valeur de moins de $2,5 \text{ m/s}^2$, il y a lieu d'utiliser une valeur de $2,5 \text{ m/s}^2$, et de la multiplier par le facteur correspondant.

Plus d'information sur les coefficients multiplicateurs est donnée dans la CEN/TR 15350. S'il n'y a pas de meilleure indication et qu'une gamme de facteurs multiplicatifs est donnée, on retiendra la plus forte valeur.

De nombreux codes d'essais européens harmonisés sont actuellement (en 2005) en cours d'examen et leurs versions remaniées devraient conduire à des valeurs d'émissions non comparables directement avec les anciennes valeurs déclarées mais reflétant plus fidèlement les vibrations réelles sur le lieu de travail.

Autres lectures :

EN 12096:1997 Vibrations mécaniques — Déclaration et vérification des valeurs des vibrations émises

EN ISO 20643:2005 Vibrations mécaniques — Machines portatives et guidées à la main. Principes d'évaluation des émissions de vibrations.

CEN/TR15350:2005 Vibrations mécaniques — Directives pour l'évaluation de l'exposition à des vibrations transmises par les mains à partir de données disponibles, notamment celles fournies par les fabricants de machines

2.3.2 Utilisation d'autres sources de données

Il existe d'autres sources d'informations sur les amplitudes des vibrations, qui sont souvent suffisantes pour vous permettre de déterminer si le seuil d'action d'exposition ou la valeur limite d'exposition risque d'être dépassé(e).

Votre syndicat professionnel ou équivalent dispose peut-être d'informations précieuses, et l'on trouve sur Internet des bases de données internationales de vibrations qui répondront peut-être à vos besoins. Elles peuvent s'avérer utiles pour certains employeurs souhaitant procéder à une première évaluation des risques vibratoires.

Parmi les autres sources de données sur les vibrations, citons les consultants spécialisés et les instances gouvernementales. Certaines données sont également disponibles dans diverses publications scientifiques et techniques, ainsi que sur Internet et des données de vibrations typiques en usage réel sont parfois publiées sur les sites Web des fabricants. Deux sites Web européens contiennent les données d'émissions de vibrations mesurées par les fabricants selon un code normalisé, ainsi que quelques valeurs mesurées "en usage réel" pour différentes machines :

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/havhome.lasso>

http://www.las-bb.de/karla/index_.htm

L'idéal serait d'utiliser les données vibratoires de l'équipement (marque et modèle) que vous prévoyez d'utiliser. Mais si elles ne sont pas disponibles, il vous faudra sans doute utiliser dans un premier temps des données relatives à des équipements similaires, en remplaçant ensuite les données par des valeurs plus précises quand vous les connaîtrez.

Pour choisir parmi les informations publiées, les paramètres à prendre en compte sont notamment :

- le type d'équipement (par ex. brise béton),
- la classe d'équipement (par ex. puissance ou taille),
- la source de puissance (par ex. pneumatique, hydraulique, électrique ou thermique)
- les caractéristiques anti-vibratoires (par ex. poignées suspendues),
- la tâche pour laquelle l'équipement était utilisé lors de l'établissement des informations vibratoires,
- la vitesse à laquelle il était utilisé,

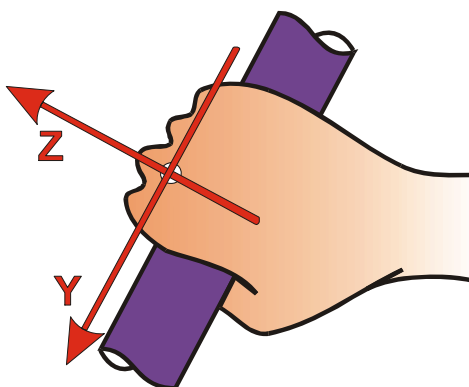
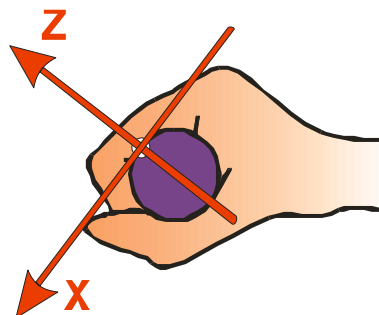
- le type de matériau sur lequel il était utilisé.

Quand on utilise des données vibratoires publiées, il est recommandé de comparer les données de deux ou plusieurs sources.

2.3.3 Mesure de l'amplitude des vibrations

Dans de nombreux cas, il ne sera pas nécessaire de mesurer les amplitudes des vibrations. Il est néanmoins important de savoir quand il faut conduire des mesures.

Dans ce chapitre, nous étudions les grandeurs mesurées, où l'on mesure les vibrations et comment on les décrit.



Il est parfois impossible d'obtenir des informations adéquates (des fournisseurs ou d'autres sources) sur les vibrations produites par une machine ou un processus. Il est alors nécessaire de procéder à des mesures de vibrations sur le lieu de travail.

Mesurer des vibrations est une opération complexe et difficile. Vous pouvez choisir d'effectuer les mesures en interne, ou de faire appel à un consultant spécialisé. Dans tous les cas, il est important que la personne procédant aux mesures dispose de compétences et d'une expérience suffisantes.

Que mesure-t-on ?

L'exposition des personnes à des vibrations mains-bras doit être évaluée par la méthode définie dans la norme européenne EN ISO 5349-1:2001. Un guide pratique détaillé sur cette méthode de mesure des vibrations sur le lieu de travail est donné dans EN ISO 5349-2:2001.

L'amplitude des vibrations s'exprime en termes d'accélération pondérée en fréquence au niveau de la surface des poignées de la machine ou de la pièce qui est en contact avec la main (voir [Annex B](#)) ; elle s'exprime en mètres par seconde au carré (m/s^2).

Procéder à des mesures de vibrations

Les mesures doivent être conduites afin de disposer de valeurs vibratoires qui soient représentatives des vibrations moyennes sur toute la période de travail de l'opérateur. Pour cela, il est donc important de bien choisir les conditions d'exploitation et les périodes de mesure.

Si les machines se tiennent à deux mains, les mesures doivent être prises au niveau des deux mains et la valeur la plus forte est ensuite utilisée pour déterminer l'exposition aux vibrations.

Autres lectures :

EN ISO 5349-1:2001 Vibrations mécaniques — Mesure et évaluation de l'exposition aux personnes des vibrations transmises par la main — Partie 1 : Exigences générales

EN ISO 5349-2:2001 Vibrations mécaniques — Mesure et évaluation de l'exposition aux personnes des vibrations transmises par la main — Partie 2 : Guide pratique pour les mesures sur le lieu de travail

2.4 Calcul des expositions journalières aux vibrations

L'exposition journalière aux vibrations dépend à la fois du niveau des vibrations et de la durée d'exposition.

Dans ce chapitre, nous examinons la façon dont on calcule l'exposition journalière à partir des amplitudes des vibrations et des durées d'exposition.

Quelques outils destinés à simplifier le calcul des expositions journalières et à gérer les temps d'exposition sont présentés en [Annexe D](#). Des exemples de calcul des expositions journalières aux vibrations sont présentés en [Annexe E](#).

2.4.1 Exposition vibratoire quotidienne

L'exposition vibratoire quotidienne, $A(8)$, est calculée à partir d'une amplitude et d'une durée. Comme pour l'amplitude vibratoire, l'unité de l'exposition vibratoire quotidienne est le mètre par seconde au carré (m/s^2). Des exemples de calcul de l'exposition vibratoire quotidienne sont donnés dans l'[Annex E](#).

2.4.2 Expositions vibratoires partielles

Si une personne est exposée à plus d'une source vibratoire (peut être parce qu'elle utilise le même jour deux machines ou plus ou des procédés différents), alors on calcule pour chaque source les expositions vibratoires partielles à partir des amplitudes et des durées correspondantes. Les valeurs d'exposition partielle sont ensuite combinées pour obtenir la valeur globale quotidienne, $A(8)$, pour cette personne. Un exemple de calcul de l'exposition vibratoire quotidienne est donné dans l'[Annex E](#).

Chaque exposition vibratoire partielle représente la contribution d'une source particulière de vibration (machine ou processus) à la valeur globale quotidienne pour cette personne. La connaissance des valeurs d'exposition partielle vous aidera à choisir vos priorités : les machines ou les processus avec les plus fortes valeurs de vibration devraient être contrôlés prioritairement.

2.4.3. Incertitude des évaluations d'exposition journalière

L'incertitude sur l'évaluation de l'exposition aux vibrations dépend de nombreux facteurs, voir EN ISO 5349-2 :2001, tels que :

- Instrument / incertitude sur le calibrage,
- Précision des sources de données (par exemple valeurs déclarées par le fabricant),
- Différences entre opérateurs (par exemple expérience, savoir faire, anthropométrie),
- Aptitude du travailleur de reproduire différence tâches typiques durant les mesures,
- Répétitivité des tâches,
- Facteurs de l'environnement (par exemple bruit, température),
- Différences entre les machines (par exemple, nécessité d'une maintenance, la machine doit elle chauffée 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 ?).

Si l'on mesure l'amplitude des vibrations et la durée d'exposition, 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 — par ex. à partir des informations de l'employé (durée d'exposition) ou du fabricant (amplitude) — l'incertitude affectant l'évaluation de l'exposition quotidienne peut être beaucoup plus grande.

<i>Autres lectures :</i>
EN ISO 5349-2:2001 Vibrations mécaniques — Mesure et évaluation de l'exposition aux personnes des vibrations transmises par la main — Partie 2 : Guide pratique pour les mesures sur le lieu de travail

CHAPITRE 3 SUPPRIMER OU REDUIRE L'EXPOSITION

Votre évaluation du risque vous aidera à planifier les mesures nécessaires pour empêcher ou maîtriser efficacement l'exposition des travailleurs aux vibrations mains-bras.

Dans ce chapitre, nous montrons comment vous pouvez développer une stratégie de maîtrise du risque, notamment comment hiérarchiser vos activités d'actions contre les vibrations, les mettre en œuvre et valider leur efficacité .

3.1 Élaborer une stratégie de maîtrise du risque

Pour maîtriser les risques, nous avons besoin d'une stratégie capable de réduire efficacement l'exposition à des vibrations mains-bras.

Dans ce chapitre, nous examinons le processus d'élaboration d'une stratégie de maîtrise du risque, notamment comment hiérarchiser vos activités d'actions contre les vibrations.

L'évaluation des risques doit permettre d'identifier les méthodes de maîtrise de l'exposition. Pendant l'évaluation des expositions aux vibrations, vous devez réfléchir aux processus qui sont à leur origine. Comprendre pourquoi les employés sont exposés à des vibrations importantes vous aidera à définir les bonnes méthodes pour les réduire ou les éliminer.

Exemple : Utilisation de l'exposition partielle pour classer les risques

L'ouvrier d'un aciérie emploie deux machines, une meuleuse émettant en service des vibrations de 7 m/s² et un burineur émettant 16 m/s² en service. La meuleuse est utilisée au total 2½ heures par jour, le burineur pendant 15 minutes :

- meuleuse (7 m/s² pendant 2½ heures) : $A_1(8) = 3,9 \text{ m/s}^2$
- burineur (16 m/s² pendant 15 minutes) : $A_2(8) = 2,8 \text{ m/s}^2$

Exposition totale : $A(8) = 4,8 \text{ m/s}^2$

Bien que le burineur émette des vibrations de plus forte amplitude que la meuleuse, les expositions partielles montrent que l'utilisation de la meuleuse représente la plus grande part de l'exposition journalière de l'ouvrier aux vibrations. C'est donc sur la meuleuse qu'il faudra d'abord se concentrer pour réduire les risques.

Les principales étapes de ce processus de management sont :

- identifier les principales sources de vibrations ;
- les classer dans l'ordre de leur contribution au risque ;
- identifier et évaluer les solutions potentielles en termes de praticabilité et de coût ;
- définir des objectifs qui pourront être atteints de façon réaliste ;
- allouer des priorités et élaborer un « plan d'action » ;
- définir les responsabilités du management et allouer des ressources adéquates ;
- appliquer le plan d'action ;
- suivre son avancement ;
- évaluer ses résultats.

L'approche adoptée pour réduire les risques dues à des vibrations mains-bras dépendra des caractéristiques pratiques de vos processus et des niveaux habituels d'exposition.

Vous pouvez aussi devoir adapter le suivi aux travailleurs qui risquent particulièrement d'être blessés, par exemple ceux qui sont plus susceptibles d'être atteints par les vibrations et qui montrent des signes de développement de pathologie à des niveaux inférieurs à la valeur d'action.

La Directive Cadre fournit la hiérarchie suivante pour l'application d'un programme de mesures préventives :

1. éviter les risques ;
2. évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités ;
3. combattre les risques à la source ;
4. adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception du poste de travail, le choix de l'équipement de travail, des méthodes de travail et de production, dans l'objectif notamment d'alléger les tâches monotones ou réalisées à une cadence pré-déterminée pour en réduire les effets sur la santé.
5. tenir compte de l'état de l'évolution de la technique ;
6. remplacer le danger par le non-dangereux ou le moins dangereux ;
7. planifier la prévention par une politique globale et cohérente de prévention qui couvre la technologie, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants ;
8. donner aux mesures de protection collective la priorité sur les mesures individuelles de protection ;
9. donner des instructions appropriées aux travailleurs.

3.2 Consultation et participation des travailleurs

Le management réussi des risques repose sur le support et l'implication des travailleurs, et en particulier de leurs représentants qui peuvent constituer un excellent relais de communication avec les employés et assister les travailleurs pour la compréhension et l'utilisation des informations sur la santé et la sécurité.

Alors que certaines des solutions pour contrôler consultant les vibrations main bras seront tout à fait directes, d'autres nécessiteront des modifications de l'organisation du travail. Ceci ne peut souvent être effectivement traité qu'en les délégués des travailleurs.

Une consultation efficace repose sur :

- Le partage avec les travailleurs de l'information approprié sur les mesures de santé et de sécurité ;
- La possibilité pour les travailleurs d'exprimer leur point de vue et de contribuer à temps à la résolution des problèmes de santé et de sécurité ;
- La valorisation des propositions des travailleurs et leurs prises en compte.

La consultation peut conduire à la détermination de meilleures solutions de contrôle qui seront mieux comprises des travailleurs. Vous compterez plus sur les travailleurs pour rendre les contrôles effectifs. Les travailleurs ont le devoir d'utiliser correctement les

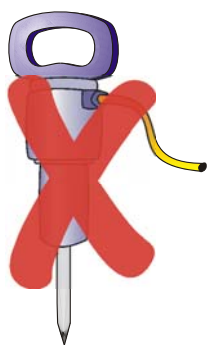
machines et de coopérer avec l'employeur pour leur permettre de s'assurer que les conditions environnementales et de travail sont sûres, et telles que les risques à la sécurité et à la santé sont minimisés et si possible éliminés. La démarche de consultation encourage l'implication des travailleurs et leur coopération lors des mesures de contrôle. Ainsi les contrôles ont probablement plus de chance d'être utilisés avec succès.

3.3 Maîtrise des risques

Pour maîtriser les risques, vous devez supprimer ou réduire l'exposition aux vibrations mains-bras. On peut également entreprendre des actions qui réduisent la probabilité de développer des pathologies. Il est probable qu'une maîtrise efficace reposera sur la combinaison de plusieurs méthodes.

Dans ce chapitre, nous examinons l'ingénierie, le management et les autres méthodes à considérer pour élaborer des solutions de maîtrise du risque.

3.3.1 Utilisation d'autres méthodes de travail

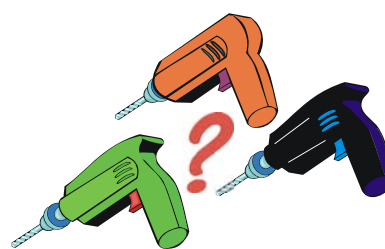


Il est parfois possible d'employer d'autres méthodes de travail qui suppriment ou réduisent l'exposition à des vibrations. Cela peut passer par la mécanisation ou l'automatisation des tâches, ou par l'introduction d'autres procédés. Pour vous tenir au courant des dernières méthodes disponibles, contactez régulièrement :

- vos associations professionnelles ;
- d'autres contacts dans l'industrie ;
- les fournisseurs d'équipements ;
- la presse technique spécialisée.

3.3.2 Choix des équipements

Vous devez vérifier que les équipements choisis ou alloués à une tâche conviennent et peuvent remplir cette tâche efficacement. Un équipement inadapté ou de capacité insuffisante ralentira le travail et exposera les employés plus longtemps à des vibrations.



Un choix attentif des consommables (par ex. abrasifs pour les meuleuses et les ponceuses) et des accessoires (mèches, burins et lames de scie) peut influencer l'exposition aux vibrations. Certains fabricants proposent des accessoires conçus pour réduire l'exposition aux vibrations.

Pour connaître les machines, suspensions et accessoires disponibles, consultez régulièrement :

- les fournisseurs d'équipements ;
- votre association professionnelle ;
- d'autres contacts dans l'industrie ;
- la presse technique spécialisée.

3.3.3 Politique d'achat

Vérifiez que votre service Achats mène une politique d'achat d'équipements appropriée, qui tient compte des émissions de vibrations et de vos exigences d'exploitation.

Les fabricants de machines à moteur (et leurs importateurs, fournisseurs et sociétés de location) devraient pouvoir vous aider à choisir les machines les plus adaptées et les plus sûres pour vos besoins. Ils vous fourniront des informations et conseils précieux sur les vibrations des machines, leur choix et leur gestion. Ils sont tenus de réduire autant que possible les risques vibratoires et de vous aider par des informations sur la gestion des risques qu'ils n'ont pas pu éliminer au niveau de la conception.

Toute société proposant des machines motorisées en vue d'une utilisation en Europe doit respecter la directive Machines (Directive 98/37/EC) qui exige d'eux de fournir des informations sur :

- les émissions de vibrations (indiquées dans le manuel d'instructions) ;
- comment la valeur des émissions a été obtenue ;

Le fournisseur doit également proposer une assistance technique si demandée, notamment des conseils sur :

- les applications de la machine dont on pense qu'elles accroissent le risque de pathologie due aux vibrations mains-bras ;
- comment utiliser la machine en toute sécurité et les formations spécifiques nécessaires à cela ;
- les formations spéciales (des opérateurs, de l'équipe de maintenance, etc.) recommandées pour contrôler les expositions aux vibrations mains-bras ;
- comment utiliser l'équipement pour des tâches spécifiques ;
- les équipements de protection personnelle nécessaires lors de l'utilisation de la machine ;
- comment maintenir la machine en bon état.
- les éventuelles mesures de réduction des vibrations.

Pour choisir des machines, vous devez également tenir compte de considérations ergonomiques et d'autres facteurs comme :

- le poids des machines,
- la forme et le confort des poignées,
- les forces de préhension,
- la facilité d'utilisation et la prise en main,
- le froid venant des surfaces de préhension ou de l'air d'échappement sur les machines pneumatiques
- le bruit et
- la poussière.

La Directive Machine exige que les fabricants ou les distributeurs de machines fournissent dans la documentation technique les instructions suivantes :

« L'information concernant les vibrations transmises par les machines portables ou guidées à la main :

- La valeur efficace de l'accélération pondérée à laquelle les bras sont soumis, si elle excède de $2,5 \text{ m/s}^2$ selon le code d'essai approprié. Quand elle ne dépasse pas les $2,5 \text{ m/s}^2$, ce fait doit être mentionné.

Les fabricants ou fournisseurs accepteront peut-être de vous prêter des machines pour essai. Profitez de cette occasion pour demander l'avis de vos employés à l'issue d'essais pratiques. L'efficacité de la machine est importante : une machine qui met plus longtemps à effectuer le travail sera peu appréciée, et risque de produire une plus forte exposition aux vibrations qu'une machine efficace générant des vibrations d'amplitude supérieure. Cependant, les machines trop puissantes pour la tâche à accomplir peuvent entraîner une exposition à des amplitudes inutilement élevées.

3.3.4 Agencement du poste de travail

Supports et poignées anti-vibrations

Des supports et aides similaires comprenant des montages antivibratoires peuvent éviter de devoir tenir des surfaces vibrantes.

Les poignées 'anti-vibrations' peuvent réduire les vibrations, mais un mauvais choix de ce type de poignées risque en fait d'augmenter les vibrations au niveau de la main ; n'utilisez par conséquent que les poignées homologuées par le fabricant de la machine.

Matériaux élastiques

Le fait d'envelopper les poignées vibrantes de caoutchouc ou d'un matériau élastique peut améliorer le confort, mais il est peu probable que cela réduira sensiblement les fréquences de vibrations qui contribuent le plus dans le calcul de l'exposition. À moins d'un choix attentif, les matériaux élastiques peuvent amplifier les vibrations à certaines fréquences et augmenter ainsi l'exposition aux vibrations.

Forces de préhension et de poussée

Une réduction des forces de préhension ou de poussée exercées par la main réduit les vibrations passant dans la main et le bras de l'utilisateur. Ces forces peuvent être nécessaires pour tenir la machine ou la pièce, pour contrôler ou guider la machine, ou pour augmenter le rendement. Cependant, les forces réellement appliquées peuvent s'avérer plus grande que ce qu'exige un travail efficace, par suite d'un mauvais choix des équipements, d'une maintenance inadéquate, d'une formation insuffisante ou d'un mauvais agencement du poste de travail.

Quelques méthodes pour réduire les forces de préhension et de poussée :

- Pour meuler des pièces lourdes à la main avec une meuleuse sur socle, soutenir toute la pièce permettra à l'ouvrier de seulement devoir la guider sur la roue, au lieu de devoir en soutenir tout le poids ;
- Des chaînes de tension (parfois appelées équilibreur) et des manipulateurs peuvent servir à soutenir les machines vibrantes lourdes comme des perceuses, des meuleuses, des machines à serrer les écrous, des pistolets à clous (dans certains cas) et des burins pneumatiques, dispensant l'opérateur de devoir porter le poids de la machine ;
- Des modifications de la texture et du matériau de la surface de préhension peut permettre à l'opérateur d'appliquer une force moindre pour tenir et contrôler la machine.
- Pour débrancher un arbre, il vaut mieux glisser la tronçonneuse le long du tronc plutôt que de soutenir le poids de la scie en permanence.

3.3.5 Formation et information des employés

Il est important de fournir aux opérateurs et surveillants des informations sur :

- les risques de pathologie dus aux équipements utilisés ;
- les valeurs limites d'exposition et les seuils d'action d'exposition ;
- les résultats de l'évaluation des risques vibratoires et des mesures de vibrations ;
- les mesures de maîtrise employées pour éliminer ou réduire les risques résultant de vibrations mains-bras ;
- les méthodes de travail sûres pour minimiser l'exposition aux vibrations ;
- pourquoi et comment détecter et signaler des symptômes de pathologie ;
- pourquoi et comment signaler les machines nécessitant une maintenance ;
- comment et quand jeter les outils (mèches, meules...) ou les consommables qui contribuent à des expositions vibratoires excessives ;
- les circonstances dans lesquelles les employés ont droit à un suivi médical.

Vous dépendrez des opérateurs de machines vibrantes pour rendre efficaces vos mesures de maîtrise du risque. Vous devrez consulter les employés et leurs représentants pour appliquer les mesures de maîtrise du risque. Les employés sont tenus de coopérer avec vous dans toutes vos actions visant à respecter les directives européennes d'hygiène et sécurité.

Les employés doivent être formés aux techniques, par exemple pour éviter des forces de préhension, de pousser ou de guidage excessives et pour garantir que les machines sont utilisées de manière sûre et avec une efficacité optimale. Ils devront également être formés à reconnaître quand une machine a besoin d'une maintenance.

Avec certaines machines, les mains de l'opérateur doivent se trouver dans la bonne position pour éviter d'augmenter l'exposition aux vibrations. De nombreuses machines anti-vibratiles, comme les perforateurs à poignées suspendues, produisent de fortes émissions vibratoires si l'opérateur appuie trop fortement sur la machine (les brise béton peuvent également produire des vibrations élevées si l'on soulève la machine pendant qu'elle marche, par exemple pour extraire le pic d'un trou).

Le fabricant doit vous indiquer les besoins de formation éventuels et vous proposera peut-être des formations pour les opérateurs. Ceux-ci peuvent également être encouragés à reposer la machine le plus possible sur le matériau en cours de traitement (ou sur un support prévu à cet effet dans le cas de pièces tenues à la main), ainsi qu'à le tenir d'une prise légère, mais sûre.

Une formation et un suivi seront nécessaires pour garantir que les ouvriers se protègent contre l'apparition de pathologies liées aux vibrations. On doit les encourager à rendre compte de tous les symptômes pouvant être associés aux vibrations ou à l'utilisation des machines à moteur, etc. S'ils participent à un programme de suivi médical, ce peut être l'occasion régulière de discuter directement avec eux du risque vibratoire et des moyens de réduire les risques de pathologie.

Les travailleurs devront aussi être informés de l'effet des activités extra professionnelles sur les risques à la santé. On devrait les encourager à arrêter de fumer ou à réduire leur consommation qui peut affecter leur circulation sanguine. Les travailleurs doivent aussi être informés que l'utilisation de matériels de bricolage à la maison ou la pratique d'activités

telles que la moto augmentera l'exposition vibratoire quotidienne et donc le risque de développer une pathologie due aux vibrations.

3.3.6 Rythmes de travail

Pour maîtriser les risques résultant de vibrations mains-bras, vous devrez peut-être limiter le temps pendant lequel les employés sont exposés aux vibrations de certains équipements ou processus. Il est recommandé de planifier le travail afin d'éviter que les ouvriers soient exposés aux vibrations pendant des périodes longues et continues.

Il faut vérifier que les nouveaux plannings sont bien supervisés pour s'assurer que les travailleurs ne reviennent pas aux anciens. Si les travailleurs sont payés à la pièce, les systèmes doivent être conçus pour éviter un travail intensif par des travailleurs qui auront peu d'arrêt de l'exposition.

3.3.7. Mesures collectives

Si plusieurs entreprises partagent un même lieu de travail, les divers employeurs doivent coopérer pour appliquer les mesures de sécurité, de santé et d'hygiène du travail. Cela peut impliquer, par exemple, quand les machines sont communes à plusieurs entreprises travaillant sur le même site qu'une entreprise prenne la responsabilité d'acheter ou de louer des machines peu vibrantes.

3.3.8 Habillement et protections personnelles

Les équipements de protection personnels ne constituent qu'un dernier recours en matière de protection contre les risques professionnels. Ils ne peuvent être considérés comme un moyen de lutte à long terme qu'après avoir exploré toutes les autres options.

Protection contre les vibrations

Les gants commercialisés sous la mention 'anti-vibration' doivent porter le label CE, qui indique qu'ils ont été testés et sont conformes aux exigences de la norme EN ISO 10819:1997. Cependant, cette norme ne fournit pas de données de performances détaillées pour les gants, et il faut donc évaluer séparément la protection offerte par les gants antivibratoires, comme l'exige la Directive de 1992 sur les équipements de protection personnelle au travail.

Les gants anti-vibrations ne réduisent pas sensiblement les risques aux fréquences inférieures à 150Hz (9000 tours par minute). Cela signifie que pour la plupart des machines portatives motorisées, la réduction de l'amplitude de vibrations pondérée en fréquence par ces gants est négligeable. Les gants anti-vibrations peuvent réduire les risques vibratoires pour les machines qui fonctionnent à des vitesses de rotation élevées (ou qui produisent des vibrations à des fréquences élevées) et sont tenus avec une prise légère.

Mais cette réduction des risques est difficile à quantifier, de sorte qu'on ne se fie normalement pas aux gants pour protéger contre les vibrations mains-bras.

Protection contre le froid

Une basse température du corps augmente le risque de blanchiment des doigts en réduisant la circulation sanguine. Vous devez donc éviter si possible les travaux en extérieur par temps froid. Si vous devez travailler à l'extérieur par temps froid, il existe quelques machines, telles que les tronçonneuses, avec des poignées chauffantes pour garder les mains chaudes.

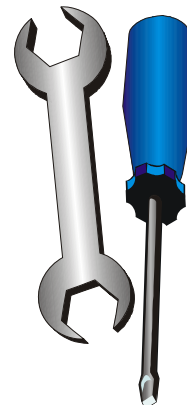
La température en intérieur doit garantir un confort raisonnable sans qu'un vêtement spécial soit nécessaire ; elle doit être normalement d'au moins 16 °C. Vous devez éviter les machines qui peuvent refroidir les mains, par exemple les machines à corps en acier ou les machines pneumatiques qui rejettent l'air d'échappement sur les mains de l'opérateur.

Prévoyez des vêtements chauds et des gants si le risque du aux vibrations mains-bras est accru à cause du froid. Les gants et autres vêtements doivent être à la bonne taille et maintenir efficacement les mains et le corps au chaud et au sec dans l'environnement de travail.

3.3.9 Maintenance

Un entretien régulier des machines et autres équipements de travail contribuera à réduire les amplitudes des vibrations au minimum nécessaire, donc :

- veiller au bon affûtage des outils tranchants ;
- dresser les roues de meulage correctement en suivant les recommandations du fabricant ;
- lubrifier les parties mobiles en suivant les recommandations du fabricant ;
- remplacer les pièces usées ;
- vérifier et corriger l'équilibrage ;
- remplacer les plots anti-vibrations et les poignées suspendues avant qu'elles se détériorent (examiner les détérioration ou la fissuration, le gonflement et le ramollissement ou le durcissement des plots en caoutchouc) ;
- vérifier et remplacer les amortisseurs, paliers et engrenages défectueux ;
- affûter les dents des tronçonneuses et maintenir la bonne tension de la chaîne ;
- régler les moteurs.



3.4 Suivi et réévaluation des vibrations

Gérer l'exposition aux vibrations est un processus permanent. Vous devez veiller à ce que les systèmes de maîtrise du risque soient utilisés et délivrent les résultats escomptés.

Dans ce chapitre, nous examinons comment surveiller les mesures de contrôle des vibrations et quand répéter l'évaluation des risques.

3.4.1 Comment savoir si le contrôle des vibrations a été efficace ?

Vous devrez également réexaminer régulièrement vos mesures de contrôle des vibrations mains-bras pour garantir qu'elles sont encore pertinentes et efficaces. Vous devez :

- vérifier régulièrement que les cadres et les employés appliquent encore le programme de maîtrise du risque que vous avez introduit ;
- parler régulièrement aux cadres, surveillants, employés et représentants de la sécurité ou des employés pour savoir s'il y a des problèmes de vibrations sur les équipements, ou la façon dont ils les utilisent ;
- vérifier les résultats du suivi médical et discuter avec le médecin du travail pour savoir si les mesures de maîtrise du risque sont efficaces ou doivent être modifiées.

3.4.2 Quand faut-il reconduire l'évaluation des risques ?

Vous devez réévaluer les risques résultant des vibrations, et la façon dont vous les maîtrisez, 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 l'équipement vibrant,
- l'introduction de nouvelles mesures de maîtrise des vibrations.

Il vous faudra également réévaluer les risques s'il y a des preuves (par ex. du suivi médical) que vos mesures de maîtrise ne sont pas efficaces.

L'étendue de la réévaluation dépendra de la nature des modifications et du nombre de personnes affectées par elles. Une modification des heures ou des modes de travail pourra nécessiter un nouveau calcul de l'exposition journalière des personnes concernées, mais ne modifiera pas nécessairement les amplitudes des vibrations. L'introduction de nouveaux procédés ou machines pourra nécessiter une réévaluation complète.

Une bonne pratique consiste à réexaminer votre évaluation des risques et vos pratiques de travail à intervalles réguliers, même si rien d'évident n'a changé. Il peut y avoir de nouvelles technologies, outils ou modes de travail dans votre secteur qui permettraient de réduire encore les risques.

CHAPITRE 4 SUIVI MEDICAL

Le suivi médical consiste à mettre en place des procédures systématiques, régulières et appropriées pour détecter les signes précoces de maladies liées au travail, puis à agir sur les résultats. L'objectif est principalement de préserver la santé des employés (donc d'identifier et protéger les personnes particulièrement exposées), mais aussi de vérifier l'efficacité à long terme des mesures de maîtrise du risque.

Il est impossible de formuler des conseils absolus sur le suivi médical dans ce guide, du fait des différences de pratiques en matière de suivi médical au sein de l'Union européenne. Dans ce chapitre, nous réaffirmons les exigences applicables au suivi médical figurant déjà dans la directive sur les vibrations et examinons quelques-unes des techniques d'évaluation existantes.

Des techniques de suivi médical par rapport aux pathologies de la main et du bras sont décrites dans l' [Annexe F](#).

4.1 Quand un suivi médical est-il nécessaire ?

Les États membres adopteront des dispositions pour garantir un suivi médical approprié des employés quand l'évaluation du risque de vibrations mains-bras révèle un risque pour leur santé. Le suivi médical, y compris les exigences spécifiées pour les dossiers médicaux et leur disponibilité, devra être introduit conformément aux législations et pratiques nationales.

Les employeurs doivent prévoir un suivi médical approprié quand l'évaluation des risques révèle un risque pour la santé des employés. Le suivi médical doit être institué pour les employés qui sont exposés à un risque de pathologie, si :

- l'exposition des employés aux vibrations est telle qu'on peut établir un lien entre cette exposition et une maladie identifiable ou des effets néfastes sur la santé,
- il est probable que la maladie ou les effets apparaissent dans les conditions de travail particulières d'un employé, et
- il existe des techniques avérées pour détecter la maladie ou les effets néfastes sur la santé.

Dans tous les cas, les employés dont l'exposition journalière aux vibrations dépasse le seuil d'action journalier doivent faire l'objet d'un suivi médical approprié.

4.2 Quels sont les relevés nécessaires ?

Les États membres doivent prendre des dispositions pour assurer que, pour chaque employé faisant l'objet d'un suivi médical, des dossiers médicaux individuels sont dressés et tenus à jour. Les dossiers médicaux doivent contenir un résumé des résultats du suivi médical conduit. Ils doivent être tenus sous une forme appropriée, permettant leur consultation à une date ultérieure, en respectant les impératifs de confidentialité.

Des copies des relevés correspondants doivent être fournis sur demande aux autorités compétentes. L'employé concerné pourra, à sa demande, avoir accès aux relevés médicaux le concernant personnellement.

4.3 Que faire si l'on détecte une pathologie?

Le suivi sanitaire peut détecter chez un employé ayant une pathologie identifiable ou un effet néfaste sur sa santé, qu'un médecin ou un professionnel de la santé du travail juge résulter de l'exposition professionnelle à des vibrations mains-bras.

Information de l'employé

L'employé doit être informé, par le médecin ou une autre personne qualifiée, des résultats de son suivi médical personnel. En particulier, les employés doivent être avertis et conseillés pour tout suivi médical qu'ils devront suivre après la fin de l'exposition.

Information de l'employeur

L'employeur doit être informé de tous les résultats importants résultant du suivi médical, en tenant compte des impératifs de confidentialité.

Actions à prendre par l'employeur

- réexaminer l'évaluation des risques de vibrations mains-bras,
- réexaminer les mesures mises en place pour éliminer ou réduire les risques résultant d'une exposition à des vibrations mains-bras,
- tenir compte des conseils du spécialiste de la santé du travail ou d'une autre personne qualifiée, ou encore de l'autorité compétente pour l'application de toutes les mesures nécessaires afin d'éliminer ou de réduire les risques liés à une exposition à des vibrations mains-bras, y compris la possibilité de confier à l'employé un autre travail ne comportant pas de risque d'exposition, et
- mettre en place un suivi médical continu et prévoir un examen de l'état de santé de tous les autres employés ayant été exposés de façon similaire. Dans ce cas, le médecin compétent ou le responsable de la santé du travail ou l'autorité compétente peut proposer que les personnes exposées soient soumises à un examen médical.

ANNEXE A RESUME DES RESPONSABILITES DEFINIES PAR LA DIRECTIVE 2002/44/EC

Tableau A.1 Résumé des responsabilités définies par la directive 2002/44/EC

<i>Article</i>	<i>Qui</i>	<i>Quand</i>	<i>Exigence</i>
Article 4	Employeur	Risque potentiel lié à des vibrations mains-bras	<p>Détermination et évaluation du risque :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Confier à une personne compétente le soin d'évaluer le risque de vibrations mains-bras. ▪ Être en possession de l'évaluation des risques. ▪ Identifier des mesures pour la maîtrise de l'exposition et pour l'information et la formation des employés. ▪ Actualiser l'évaluation des risques.
Article 5	Employeur	Risques liés à des vibrations	<p>Éviter ou réduire l'exposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prendre des actions générales pour éliminer les expositions ou les réduire à un minimum
		Expositions supérieures au seuil d'action d'exposition	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Définir et appliquer un programme de mesures pour éliminer ou réduire à un minimum les expositions à des vibrations mains-bras
		Expositions supérieures à la valeur limite d'exposition	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engager des actions immédiates pour empêcher une exposition supérieure à la valeur limite ▪ Déterminer pourquoi la limite d'exposition a été dépassée
		Employés exposés à un risque particulier	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Respecter les exigences spécifiques aux employés exposés à un risque particulier
Article 6	Employeur	Employés exposés à des vibrations mains-bras	<p>Information et formation des employés :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour tous les employés exposés à des vibrations mains-bras.
Article 7	Employeur	Employés exposés à des vibrations mains-bras	<p>Consultation et participation des employés :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Consulter de manière équilibrée et à temps les employés et leurs représentants, sur l'évaluation des risques, les mesures de contrôle, le suivi médical et la formation.
Article 8	Médecin ou personne qualifiée	Si une maladie est détectée	<p>Suivi médical :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Informer les employés des résultats du suivi médical ▪ Fournir informations et conseils aux employés quant au suivi médical nécessaire après une exposition à des vibrations mains-bras. ▪ Présenter à l'employeur les principales conclusions du suivi médical
	Employeur	Si une maladie est détectée	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réexaminer l'évaluation des risques ▪ Éliminer ou réduire encore les risques ▪ Examiner l'état sanitaire des employés exposés de façon similaire.
	Employeur	Expositions supérieures au seuil d'action d'exposition	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Employés justifiant d'un suivi médical approprié

ANNEXE B QU'EST-CE QU'UNE VIBRATION ?

B.1 Qu'est-ce qu'une vibration ?

Des vibrations apparaissent quand un corps oscille sous l'effet de forces externes et internes, [Figure B.1](#). Dans le cas de vibrations mains-bras, la poignée d'une machine ou la surface d'une pièce vibre rapidement en va-et-vient, et ce mouvement se transmet dans la main et le bras.

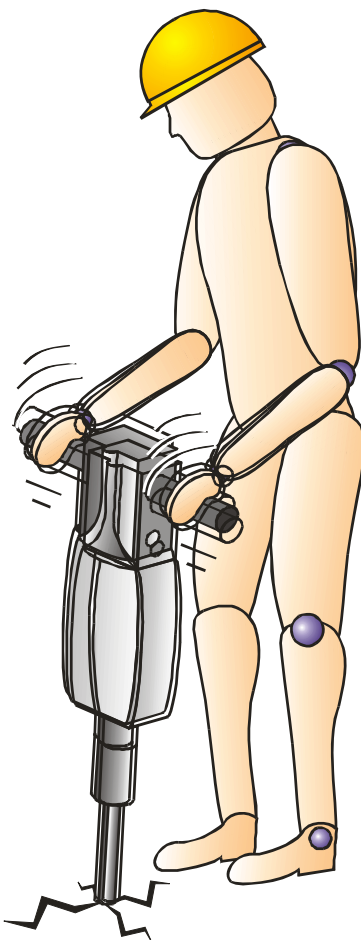


Figure B.1 *Vibration main bras*

B.2 Que mesure-t-on ?

On définit une vibration par son amplitude et sa fréquence. On peut considérer que l'amplitude de la vibration correspond au déplacement de la vibration (en mètres), à la vitesse de la vibration (en mètres par seconde) ou à l'accélération de la vibration (en mètres par seconde au carré, ou m/s^2). Cependant, la plupart des capteurs de vibrations délivrent un signal de sortie qui est lié à l'accélération ; traditionnellement, on utilise donc l'accélération pour décrire les vibrations.

Pour obtenir une représentation complète des vibrations agissant sur une surface, il est nécessaire de mesurer les vibrations dans trois directions, comme le montre la [Figure B.2](#).

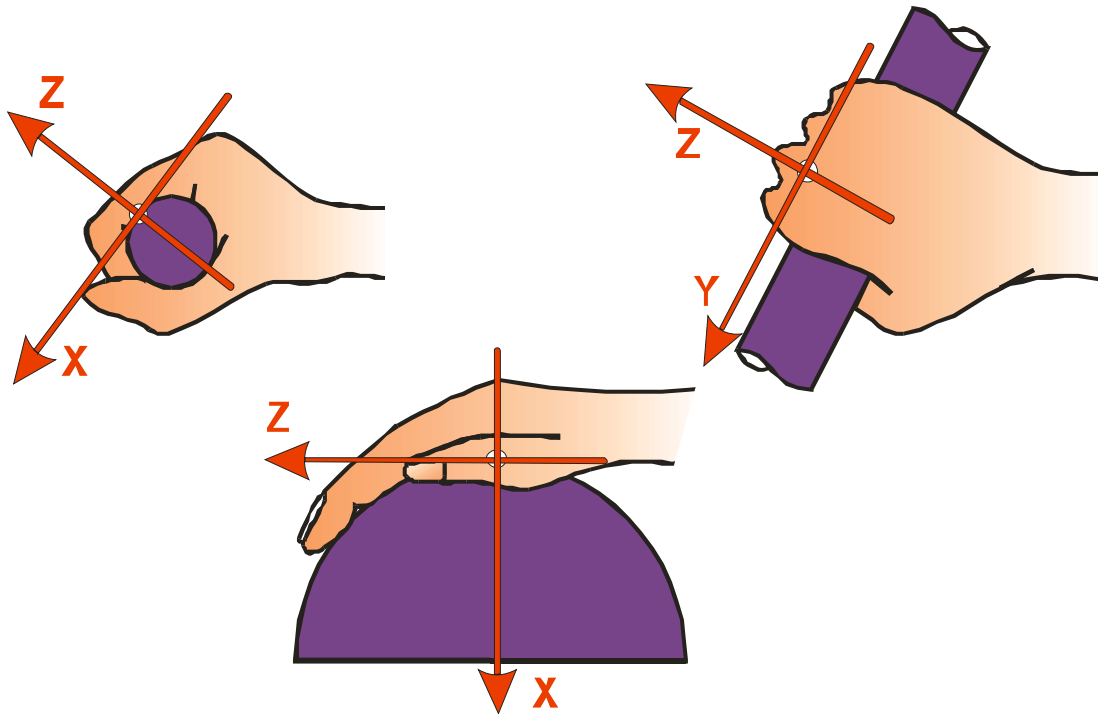


Figure B.2 Axes de mesure des vibrations

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

La fréquence représente le nombre de fois par seconde où le corps vibrant se déplace en va et vient. On l'exprime par une valeur en cycles par seconde, plus généralement connue sous le nom de Hertz (abréviation Hz). Pour les machines rotatives, la fréquence dominante est déterminée généralement par la vitesse à laquelle l'outil tourne (généralement exprimée par le nombre de tours par minutes ; on divise le nombre de tours/min par 60 pour obtenir la fréquence en Hz).

Pour les vibrations mains-bras, les fréquences jugées importantes sont comprises entre environ 8 Hz et 1000 Hz. 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 due à différentes fréquences. En conséquence, l'accélération pondérée diminue quand la fréquence augmente. Pour les vibrations transmises à la main, on utilise une seule courbe de pondération en fréquence pour les trois directions de mesure.

B.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 totale de vibrations*, qui combine les trois valeurs de a_{hw} pour les axes x, y et z selon : $a_{hv} = \sqrt{a_{hw x}^2 + a_{hw y}^2 + a_{hw z}^2}$

Quelques exemples d'amplitude vibratoire pour des machines tenues à la main communes sont données par la [Figure B.3](#).

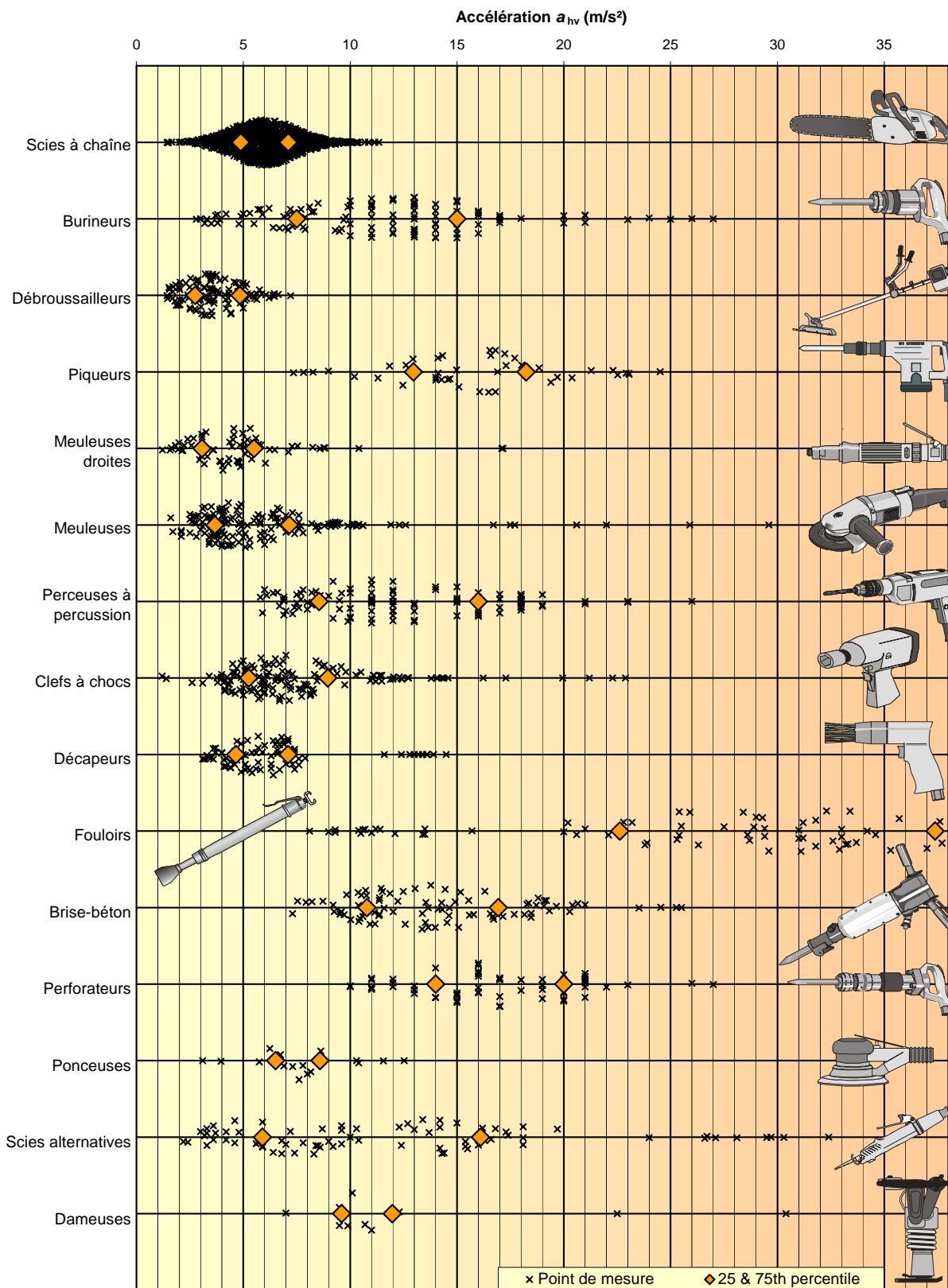


Figure B.3 Exemples d'amplitude vibratoire pour les machines communes
 Echantillon de données basées sur des mesures de la valeur vibratoire totale a_{hv} (VOIR [Chapitre 2.3](#)) par l'HSL et l'INRS entre 1997 et 2005. Ces données ne sont que pour l'illustration et ne peuvent pas être représentatives des machines utilisées dans toutes les conditions. Les percentiles 25th et 75th correspondent à l'amplitude vibratoire en dessous de laquelle 25 % des valeurs sont inférieures ou 75 % des valeurs sont supérieures.

B.5 Quels instruments faut-il utiliser ?

Les équipements de mesure des vibrations mains-bras doivent être conformes aux spécifications de la norme ISO 8041:2005. Il est important de choisir soigneusement les accéléromètres (capteurs de vibrations). Les vibrations peuvent être très élevées sur les machines portatives ou guidées à la main et peuvent dépasser aisément les capacités de capteurs inadaptés. La fixation des capteurs sur les poignées de la machine nécessite des systèmes de montage rigides, légers et compacts. Pour de plus amples informations et conseils sur le choix des capteurs et les méthodes de montage, reportez-vous à la norme EN ISO 5349-2:2001.

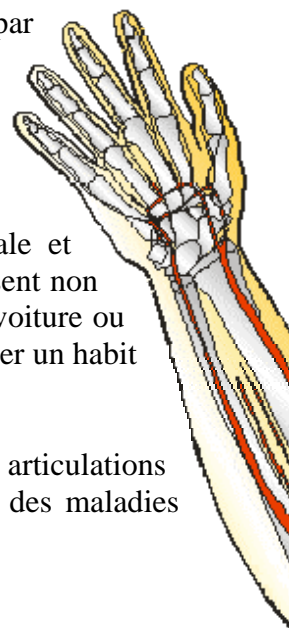
<i>Autres lectures :</i>
EN ISO 5349-2:2001 Vibrations mécaniques — Mesure et évaluation de l'exposition aux personnes des vibrations transmises par la main — Partie 2 : Guide pratique pour les mesures sur le lieu de travail

ANNEXE C RISQUES SANITAIRES, SIGNES ET SYMPTOMES

Les ouvriers exposés régulièrement à des vibrations excessives transmises par la main peuvent souffrir à long terme de troubles de la circulation sanguine dans les doigts et des fonctions neurologiques et locomotrices de la main et du bras. Le terme *syndrome vibratoire mains-bras* sert à désigner ces troubles complexes.

Le syndrome vibratoire mains-bras a des conséquences sur la vie sociale et familiale. Des crises régulières de mauvaise circulation sanguine se produisent non seulement au travail, mais également durant des activités comme laver sa voiture ou regarder des sports de plein-air. Les tâches de tous les jours comme boutonner un habit peuvent devenir difficiles.

Les troubles vasculaires ou neurologiques et les anomalies des os et des articulations résultant de vibrations transmises par les mains sont considérées comme des maladies professionnelles dans plusieurs pays d'Europe.



C.1 Troubles vasculaires

Les ouvriers exposés à des vibrations transmises par la main peuvent souffrir d'épisodes de blancheur des doigts, généralement déclenchés par une exposition au froid. Ce symptôme est provoqué par l'arrêt momentané de la circulation sanguine en direction des doigts.

Différents termes ont été employés pour décrire les troubles vasculaires induits par des vibrations :

- Doigts morts ou doigts blancs,
- Phénomène de Raynaud d'origine professionnelle,
- Blancheur des doigts induite par des vibrations.

Les premières crises de blancheur concernent l'extrémité d'un ou plusieurs doigts mais, l'exposition aux vibrations se poursuivant, la blancheur peut s'étendre jusqu'à la base des doigts. Quand le sang revient dans les doigts (retour initié couramment par la chaleur ou un massage local), les doigts deviennent rouges et sont souvent douloureux. Les crises de blancheur sont plus courantes en hiver qu'en été. Leur durée varie en fonction de l'intensité des vibrations, de quelques minutes à plus d'une heure.

Si l'exposition aux vibrations se poursuit, les crises de blancheurs deviennent plus fréquentes et affectent plus de doigts. Les crises peuvent survenir toute l'année même avec des baisses faibles de la température. Pendant une crise de blancheur, l'ouvrier concerné peut connaître une perte complète de sensation tactile et de dextérité manuelle, qui peut interférer avec le travail à accomplir et accroître le risque de blessure grave par suite d'un accident.

Des études épidémiologiques ont montré que la probabilité et la gravité de la blancheur dépendent des caractéristiques de l'exposition aux vibrations et de sa durée, du type d'outil et de la tâche à accomplir, des conditions ambiantes (température, courant d'air, humidité, bruit), de certains paramètres biodynamiques et ergonomiques (force de préhension, force de poussée, position du bras) et de diverses caractéristiques individuelles (sensibilités

individuelles, maladies et agents comme le tabac et certains médicaments qui affectent la circulation périphérique).

C.2 Troubles neurologiques

Les ouvriers exposés à des vibrations transmises par la main peut sentir un engourdissement et des picotements des doigts et des mains. Si l'exposition aux vibrations se poursuit, ces symptômes tendent à s'aggraver et peut nuire à la capacité de travail et aux activités quotidiennes. Les ouvriers exposés à des vibrations peuvent présenter une réduction du sens tactile normal et de la température, ainsi qu'une dégradation de la dextérité manuelle.

C.3 Syndrome du canal carpien

Des études épidémiologiques sur des ouvriers ont montré que l'utilisation de machines vibrantes combinée à des mouvement répétitifs, une force de préhension ou des postures inconfortables peut accroître le risque de syndrome du tunnel carpien.

C.4 Troubles musculo-squelettiques

Les ouvriers exposés de façon prolongée à des vibrations peuvent souffrir de faiblesse musculaire, de douleurs dans les mains et les bras et d'une diminution de leur force musculaire. Ces troubles semble liés à des facteurs de stress ergonomique résultant d'un travail manuel lourd.

La présence d'arthrose du poignet et du coude, ainsi que le durcissement de tissus mous (hyper ossification) au niveau des fixations de tendons, le plus souvent au niveau du coude, ont été observés chez des mineurs, des ouvriers de construction des routes et des opérateurs de machines à percussion dans la métallurgie.

D'autres troubles liés au travail ont été observés chez des ouvriers exposés à des vibrations, comme l'inflammation des tendons (tendinite) et de leurs gaines dans les membres supérieurs, ainsi que la contracture de Dupuytren, qui affecte les tissus faciaux de la paume de la main.

ANNEXE D OUTILS DE CALCUL DES EXPOSITIONS JOURNALIERES

D.1 Outils Web

Certains calculateurs disponibles sur le Web simplifient le calcul des expositions journalières aux vibrations, par ex. :

www.hse.gov.uk/vibration/calculator.htm

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/havcalculator.lasso>.

<http://www.hvbg.de/d/bia/prasoftwa/kennwertrechner/index.html>

D.2 Graphe d'exposition journalière

Le graphe de la [Figure D.1](#) donne une méthode alternative simple pour déterminer les expositions journalières ou des expositions partielles aux vibrations sans devoir recourir à un calculateur.

Cherchez sur le graphe la ligne A(8) passant par le point, ou juste au-dessus du point auquel votre valeur d'amplitude de vibrations et les lignes de durée d'exposition se rencontrent.

La zone verte dans la [Figure D1](#) indique les expositions qui seront probablement en dessous de la valeur d'action. On ne doit pas considérer ces expositions comme sûres. Il peut y avoir un risque de pathologie due aux vibrations transmises à la main et au bras même en dessous de la valeur d'action en particulier après plusieurs années d'exposition.

D.3 Abaque d'exposition journalière

L'abaque de la [Figure D.2](#) fournit une méthode simple pour obtenir les expositions journalières aux vibrations sans utiliser les équations. Pour chaque outil ou processus :

1. Tracez une ligne joignant un point sur l'échelle de gauche (représentant l'amplitude des vibrations) et un point sur l'échelle de droite (représentant la durée d'exposition) ;
2. Lisez les expositions partielles au niveau de l'intersection entre les lignes et l'échelle du milieu ;
3. Élevez au carré chaque valeur d'exposition partielle ;
4. Additionnez tous les carrés ;
5. Prenez la racine carrée de cette somme pour obtenir l'exposition journalière totale aux vibrations A(8).

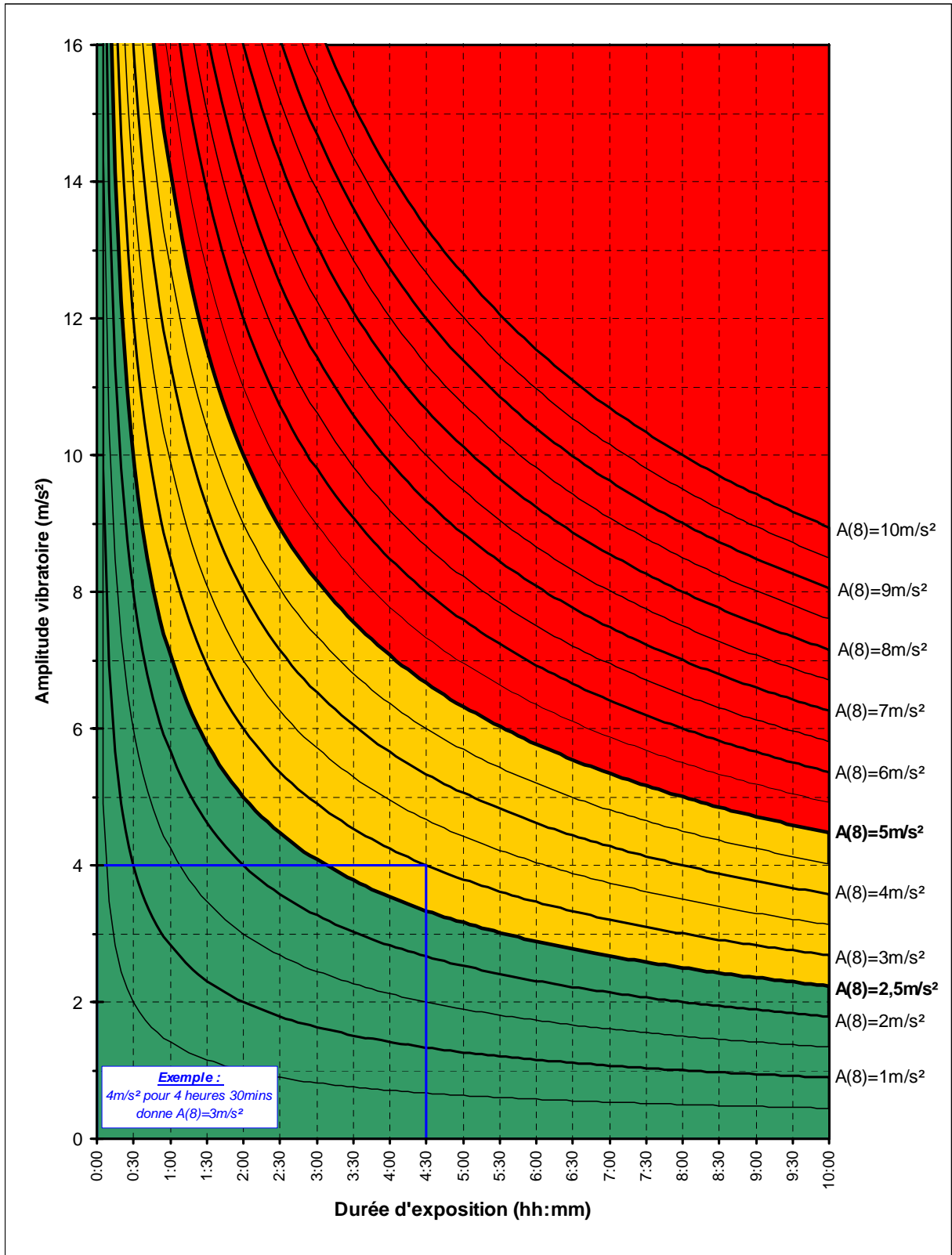


Figure D.1 Graphe d'exposition journalière

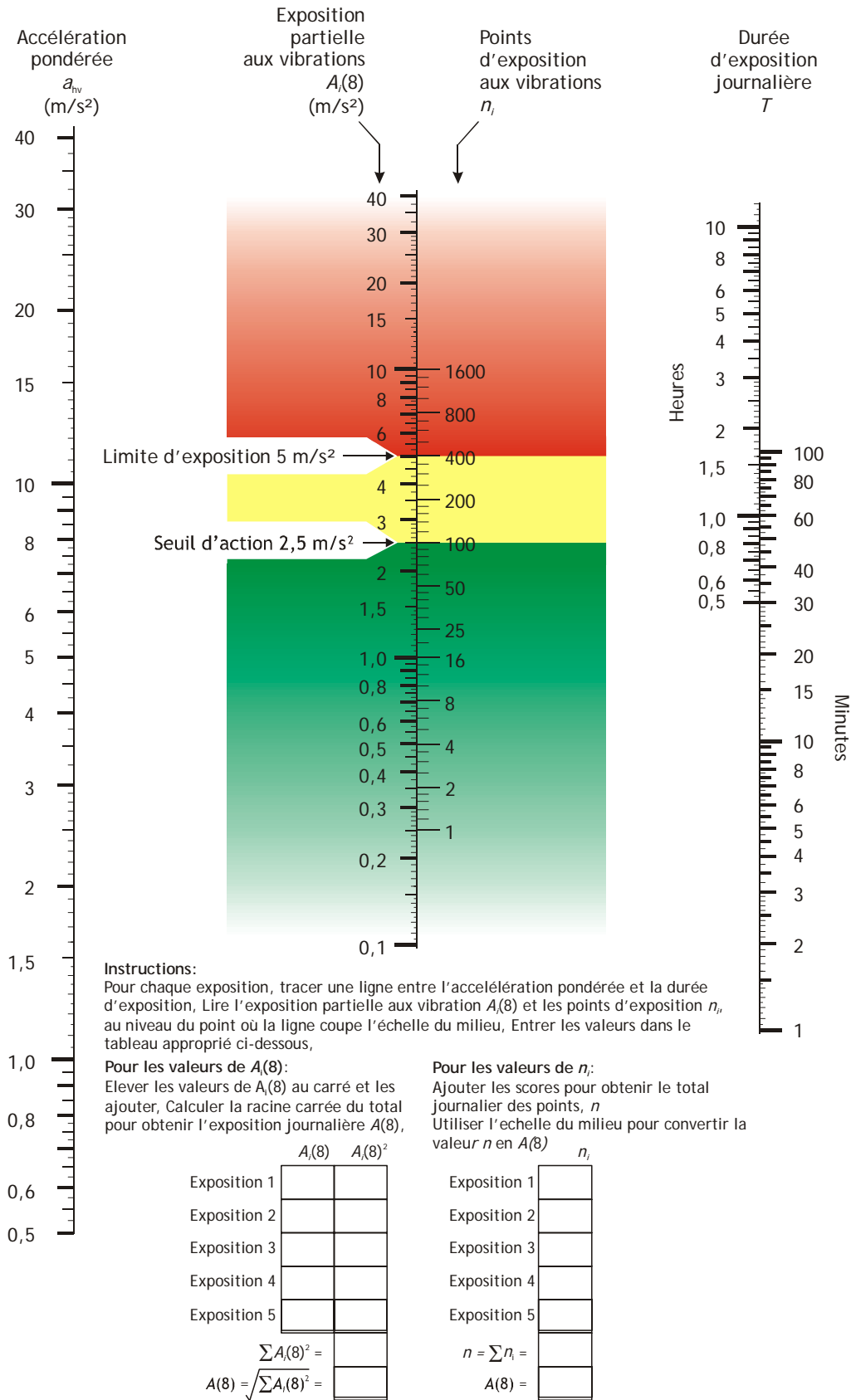


Figure D.2 Abaque d'exposition aux vibrations mains-bras

D.4 Système des points d'exposition

Il est possible de simplifier la gestion des vibrations mains-bras par un système de « points » d'exposition. Pour une machine ou un processus donné, le nombre de points d'exposition accumulés pendant une heure ($P_{E,1h}$) s'obtient à partir de l'amplitude des vibrations a_{hv} suivant :

$$P_{E,1h} = 2a_{hv}^2$$

On ajoute simplement les points d'exposition les uns aux autres, et il est possible de fixer un nombre maximum de points d'exposition par jour et par personne.

Les scores d'exposition correspondant au seuil d'action d'exposition et à la valeur limite d'exposition sont :

- Seuil d'action d'exposition ($2,5 \text{ m/s}^2$) = 100 points;
- Valeur limite d'exposition (5 m/s^2) = 400 points.

En général, le nombre de points d'exposition P_E est défini par :

$$P_E = \left(\frac{a_{hv}}{2,5} \right)^2 \frac{T}{8 \text{ heures}} 100$$

où a_w est l'amplitude des vibrations en m/s^2 et T est la durée d'exposition.

Alternativement la [Figure D.3](#) donne une méthode simple pour calculer le nombre de points d'exposition.

L'exposition journalière $A(8)$ se calcule à partir des points d'exposition par :

$$A(8) = 2,5 \sqrt{\frac{P_E}{100}}$$

Accélération (m/s²)	20	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000
	19,5	63	190	380	760	1500	2300	3050	3800	4550	6100	7600
	19	60	180	360	720	1450	2150	2900	3600	4350	5800	7200
	18,5	57	170	340	685	1350	2050	2750	3400	4100	5500	6850
	18	54	160	325	650	1300	1950	2600	3250	3900	5200	6500
	17,5	51	155	305	615	1250	1850	2450	3050	3700	4900	6150
	17	48	145	290	580	1150	1750	2300	2900	3450	4600	5800
	16,5	45	135	270	545	1100	1650	2200	2700	3250	4350	5450
	16	43	130	255	510	1000	1550	2050	2550	3050	4100	5100
	15,5	40	120	240	480	960	1450	1900	2400	2900	3850	4800
	15	38	115	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500
	14,5	35	105	210	420	840	1250	1700	2100	2500	3350	4200
	14	33	98	195	390	785	1200	1550	1950	2350	3150	3900
	13,5	30	91	180	365	730	1100	1450	1800	2200	2900	3650
	13	28	85	170	340	675	1000	1350	1700	2050	2700	3400
	12,5	26	78	155	315	625	940	1250	1550	1900	2500	3150
	12	24	72	145	290	575	865	1150	1450	1750	2300	2900
	11,5	22	66	130	265	530	795	1050	1300	1600	2100	2650
	11	20	61	120	240	485	725	970	1200	1450	1950	2400
	10,5	18	55	110	220	440	660	880	1100	1300	1750	2200
	10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
	9,5	15	45	90	180	360	540	720	905	1100	1450	1800
	9	14	41	81	160	325	485	650	810	970	1300	1600
	8,5	12	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450
	8	11	32	64	130	255	385	510	640	770	1000	1300
	7,5	9	28	56	115	225	340	450	565	675	900	1150
	7	8	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980
6,5	7	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845	
6	6	18	36	72	145	215	290	360	430	575	720	
5,5	5	15	30	61	120	180	240	305	365	485	605	
5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500	
4,5	3	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405	
4	3	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320	
3,5	2	6	12	25	49	74	98	125	145	195	245	
3	2	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180	
2,5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125	
		5m	15m	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h
Durée d'exposition quotidienne												

Figure D.3 Table des points d'exposition (valeurs arrondies)

D.5 Système des feux tricolores

Certains employeurs, en coopération avec les fabricants et fournisseurs de machines, ont élaboré un système de « feux tricolores » vert/orange/rouge pour caractériser clairement chaque machine par un code représentant les vibrations mains-bras, en fonction de l'amplitude de vibrations attendue. Un exemple de ce code est illustré dans le [Tableau D.4](#).

Les employés reçoivent une formation à ce système de couleurs pour pouvoir choisir d'un coup d'œil des machines vibrantes et savoir pendant combien de temps ils peuvent les utiliser.

Tableau D.4 Exemple de code couleur pour le système des feux tricolores

Code couleur	Temps pour atteindre le seuil d'exposition (2,5 m/s ²)	Temps pour atteindre la limite d'exposition (5m/s ²)
Rouge	Moins de 30 mins	Moins de 2 heures
Orange	30 minutes à 2 heures	2 à 8 heures
Vert	Plus de 2 heures	Plus de 8 heures

Le succès du code couleur dépend de la qualité des données utilisées pour déterminer la couleur de chaque machine. Le système des feux tricolores peut être basé sur des mesures ou les émissions déclarées par le fabricant. Si l'on utilise la valeur des émissions, il convient de la multiplier par un facteur compris entre 1 et 2 pour rendre compte de l'incertitude qui affecte les résultats des codes d'essais d'émissions normalisés (voir [Chapitre 2.3.1](#)).

L'utilisation d'une machine « verte » montre que les expositions seront probablement en dessous des valeurs d'action et limite. On ne peut pas garantir que ces expositions soient « sûres ». Il y a peut être un risque de pathologie main bras même avec des expositions en dessous la valeur d'action. D'autres contrôles de la direction doivent être utilisés pour s'assurer que les travailleurs sont formés pour comprendre et manager le système correctement, que les systèmes sont réellement correctement utilisés et que les travailleurs exposés au risque ne développent pas des symptômes du syndrome des vibrations.

ANNEXE E EXEMPLES D'EXPOSITION

E.1 Utilisation d'une seule machine

L'exposition journalière aux vibrations, $A(8)$, pour un employé effectuant une tâche ou utilisant une machine peut se calculer à partir de l'amplitude et de la durée d'exposition, suivant l'équation :

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

où a_{hv} est l'amplitude des vibrations (en m/s^2), T est la durée journalière d'exposition aux vibrations d'amplitude a_{hv} et T_0 est la durée de référence de huit heures. Comme l'amplitude des vibrations, l'exposition journalière aux vibrations s'exprime en mètre par seconde au carré (m/s^2).

E.2 Utilisation de plusieurs machines

Pour une personne exposée à plusieurs sources de vibrations, on calcule une *exposition partielle aux vibrations* à partir de l'amplitude et de la durée de chacune.

L'exposition journalière totale aux vibrations se calcule alors à partir des expositions partielles selon la formule:

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

où $A_1(8)$, $A_2(8)$, $A_3(8)$, etc. sont les valeurs des expositions partielles aux différentes sources de vibrations.

Exemple

Un ouvrier forestier utilise une débroussailleuse pendant un total de 4½ heures par jour. Les vibrations de la débroussailleuse en service sont de $4m/s^2$. L'exposition journalière $A(8)$ vaut:

$$A(8) = 4 \sqrt{\frac{4.5}{8}} = 3 m/s^2$$

Cette exposition quotidienne de $3 m/s^2$ est au dessus du seuil d'action et en dessous de la valeur limite.

Exemple

Un ébarbeur utilise trois machines pendant sa journée de travail :

1. une meuleuse d'angle : 4 m/s² pendant 2½ heures
2. une fraise conique : 3 m/s² pendant 1 heure
3. un burineur : 20 m/s² pendant 15 minutes

Les expositions partielles correspondant aux trois tâches valent :

$$1. \text{ meuleuse : } A_{\text{meuleuse}}(8) = 4 \sqrt{\frac{2,5}{8}} = 2,2 \text{ m/s}^2$$

$$2. \text{ fraise : } A_{\text{fraise}}(8) = 3 \sqrt{\frac{1}{8}} = 1,1 \text{ m/s}^2$$

$$3. \text{ burineur : } A_{\text{burineur}}(8) = 20 \sqrt{\frac{15}{8 \times 60}} = 3,5 \text{ m/s}^2$$

L'exposition journalière totale vaut donc :

$$\begin{aligned} A(8) &= \sqrt{A_{\text{meuleuse}}(8)^2 + A_{\text{fraise}}(8)^2 + A_{\text{burineur}}(8)^2} \\ &= \sqrt{2,2^2 + 1,1^2 + 3,5^2} \\ &= \sqrt{4,8 + 1,2 + 12,3} = \sqrt{18,3} = 4,3 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Cette exposition quotidienne de 4,3 m/s² est au dessus du seuil d'action et en dessous de la valeur limite.

E.3 Exposition quotidienne : A(8), utilisation du système à points de calcul de l'exposition

(Note: ceci est le même exemple travaillé dans l'annexe E.2 en utilisant la méthode à points)

Si vous avez l'accélération en m/s^2 :

Etape 1 : Déterminer les valeurs de points pour chaque machine et chaque tâche en utilisant la [Figure D.3](#) pour calculer l'exposition en points basée sur la valeur d'accélération, les facteurs k, et la durée d'exposition.

Etape 2 : Pour chaque axe ajouter les points par machine pour obtenir pour chaque axe les points totaux pour la journée.

Etape 3 : La plus forte valeur selon les 3 axes est l'exposition quotidienne en point.

Exemple

Un ébarbeur utilise trois machines pendant sa journée de travail :

1. une meuleuse d'angle : $4 m/s^2$ pendant $2\frac{1}{2}$ heures
2. une fraise conique : $3 m/s^2$ pendant 1 heure
3. un burineur : $20 m/s^2$ pendant 15 minutes

Etape 1 : Les points d'exposition sont extraits de la [Figure D.3](#):

meuleuse d'angle ($2\frac{1}{2}$ heures* d'utilisation)	$4m/s^2$ pendant 3 heures = 96 points
fraise conique (1 heure d'utilisation)	$3m/s^2$ pendant 1 heure = 18 points
burineur (15 minutes d'utilisation)	$20 m/s^2$ pendant 15 minutes = 200 points

* $2\frac{1}{2}$ heures n'est pas montré dans la [Figure D.3](#), c'est pourquoi on utilise la plus proche valeur de 3 heures.

Etape 2 : Les points d'exposition quotidienne pour chaque axe sont :

$$96 + 18 + 200 = 298 \text{ points}$$

Etape 3 : L'exposition quotidienne est de 314 points, c'est à dire au dessus de la valeur d'action de 100 points, mais en dessous de la valeur limite d'exposition de 400 points.

Si vous avez le nombre de points par heure

Etape 1 : Déterminer le nombre de points par heure pour chaque tâche ou véhicule, à partir des données des fabricants, d'autres sources ou des mesures.

Etape 2 : Pour chaque machine et chaque tâche, trouver le nombre de points correspondant en multipliant le nombre de point par heure par le nombre d'heures d'utilisation de chaque machine.

Etape 3 : La somme des valeurs de points pour chaque machine ou chaque tâche est la valeur quotidienne d'exposition en points.

Exemple

Un ébarbeur utilise trois machines pendant sa journée de travail :

1. une meuleuse d'angle : 4 m/s² pendant 2½ heures
2. une fraise conique : 3 m/s² pendant 1 heure
3. un burineur : 20 m/s² pendant 15 minutes

Etape 1 : Le nombre de points pour chaque heure et chaque machine est :

meuleuse d'angle	fraise conique	burineur
32 points	18 points	800 points

Etape 2 : Le nombre quotidien de points pour chaque machine sont :

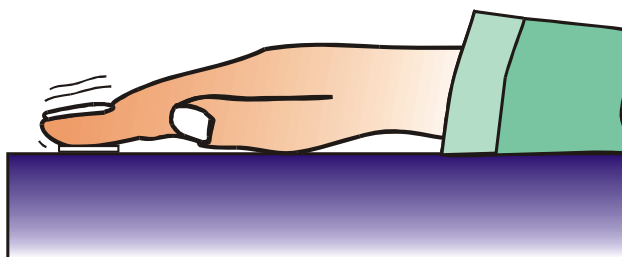
meuleuse d'angle (2½heures* d'utilisation)	fraise conique (1 heure d'utilisation)	burineur (15 minutes d'utilisation)
32 x 2.5 = 80	18 x 1 = 18	800 x 0.25 = 200

Etape 3 : Le nombre total quotidien de points pour chaque axe est :

$$80 + 18 + 200 = 298 \text{ points}$$

Etape 4 : L'exposition quotidienne est de 298 points, c'est à dire plus que 100 point, la valeur d'action en points mais moins que 400 points, la valeur limite d'exposition.

ANNEXE F TECHNIQUES POUR LE SUIVI MEDICAL



Le suivi médical doit consister en une évaluation des antécédents d'un employé, associée à un examen physique conduit par un médecin qualifié.

Des questionnaires pour le suivi médical des vibrations globales du corps sont disponibles auprès de différentes sources (par ex la section VIBGUIDE :

<http://www.humanvibration.com/EU/EU-index.htm>).

F.1 Les antécédents

Les antécédents doivent se concentrer sur :

- les antécédents familiaux ;
- les antécédents sociaux, notamment tabagisme et consommation d'alcool ;
- les antécédents professionnels, notamment postes antérieurs et actuels exposés à des vibrations transmises par les mains, les postes antérieurs comportant une exposition à des substances neurotoxiques ou angiotoxiques, et toute activité de loisirs comprenant l'utilisation d'outils ou machines vibrants.
- les antécédents de santé personnels.

F.2 L'examen physique

L'examen physique devra être conduit par un médecin qualifié, qui examinera en détail les systèmes vasculaire périphérique, neurologique et musculo-squelettique.

F.3 Tests cliniques

En général, les tests cliniques n'apportent pas de preuve fiable de pathologie due aux vibrations. Ils peuvent néanmoins s'avérer utiles pour diagnostiquer un syndrome vibratoire mains-bras ou pour surveiller l'évolution d'une pathologie.

Parmi les tests du système vasculaire périphérique figurent le test de Lewis-Prusik, le test d'Allen et le test d'Adson.

Parmi les tests du système nerveux périphérique figurent l'évaluation de la dextérité manuelle (reconnaissance et préhension d'un pièce de monnaie, par ex.), le test de Roos, le test de Phalen et le signe de Tinel (pour la compression du tunnel carpien).

F.4 Examens vasculaires

L'évaluation vasculaire du syndrome vibratoire mains-bras est basé principalement sur des tests de provocation à froid : changements de couleur des doigts, temps de rétablissement de la température de la peau des doigts, mesure de la pression sanguine systolique dans les doigts. D'autres tests diagnostiques non invasifs, comme l'enregistrement Doppler de l'écoulement sanguin et de sa pression dans le bras et les doigts, peuvent également s'avérer utiles.

F.5 Examens neurologiques

L'évaluation neurologique du syndrome vibratoire mains-bras peut recourir à plusieurs tests :

- seuils de perception aux vibrations
- sensibilité tactile (détection d'interstice)
- seuils de perception thermique
- vitesses de conduction nerveuse dans les membres supérieurs et inférieurs
- électromyographie.
- dextérité du bout des doigts (« test Purdue pegboard »).

F.6 Examens de la force musculaire

L'évaluation de la force musculaire dans la main peut se faire au moyen d'un dynamomètre mesurant la force de préhension et d'une jauge de pincement pour mesurer les forces de pincement.

F.7 Examens radiologiques

Des radiographies des épaules, des coudes, des poignets et des main en vue d'un diagnostic radiologique de pathologies des os et des articulations sont généralement exigées dans les pays dans lesquels l'arthrose des membres supérieurs induite par des vibrations est considérée comme une maladie professionnelle.

F.8 Tests de laboratoire

Des analyses de sang et d'urine peuvent s'avérer nécessaires dans certains cas pour distinguer les pathologies vibratoires d'autres troubles vasculaires ou neurologiques.

Autres lectures :

ISO 13091-1:2001 Vibration mécanique — Seuil de perception vibrotactile pour l'évaluation d'un dysfonctionnement nerveux— Partie 1: Méthodes de mesures au niveau des phalanges distales.

ISO 14835-1:2005 Vibration mécanique et chocs— Test de provocation au froid pour l'évaluation de la fonction périphérique vasculaire — Partie 1 : mesure et évaluation de la température de la peau des doigts.

ISO 14835-2:2005 Vibration mécanique et chocs— Test de provocation au froid pour l'évaluation de la fonction périphérique vasculaire — Partie 2 : mesure et évaluation de la pression sanguine systolique du doigt.

ANNEXE G GLOSSAIRE

- Vibrations mains-bras..... Vibrations mécaniques qui, transmises au système mains-bras d'une personne, comportent un risque pour la santé et la sécurité des employés, en particulier des troubles vasculaires, neurologiques, musculaires, ou des os et des articulations
- Valeur déclarée de vibrations émises
Valeur de vibrations fournie par les fabricants de machines pour indiquer les vibrations susceptibles d'être émises par leurs machines. La valeur déclarée des vibrations émises devrait être obtenue en référence à un code d'essai normalisé. Elle doit figurer dans les instructions de la machine.
- Pondération en fréquence ... Correction appliquée aux mesures de vibrations (souvent à l'aide d'un filtre) pour rendre compte de l'effet présumé de la fréquence sur le risque de dommage corporel. La courbe de pondération W_h (définie dans EN ISO 5349-1:2001) est utilisée pour les vibrations mains-bras.
- Exposition journalière, $A(8)$
Accélération équivalente totale pour un travailleur, calculée sur 8 heures par jour. Elle s'exprime en m/s^2 . Elle inclut tous les épisodes vibratoires sur la journée.
- Exposition partielle aux vibrations, $A_i(8)$
La contribution de la tâche i sur l'exposition quotidienne au vibration. Elle s'exprime en m/s^2 . L'exposition partielle aux vibrations correspond à l'exposition quotidienne due à une machine ou une tâche i (si l'employé n'est exposé qu'aux vibrations d'un seul outil ou processus, l'*exposition journalière* est égale à l'*exposition partielle aux vibrations*).
- Suivi médical..... Programme de suivi médical des employés afin de détecter les effets précoces de pathologies résultant de leurs activités professionnelles.
- Seuil d'action d'exposition. Exposition journalière d'un employé aux vibrations égale à $2,5 m/s^2$. Seuil au-dessus duquel les risques liés à l'exposition doivent être maîtrisés.
- Valeur limite d'exposition.. Exposition journalière d'un employé aux vibrations égale à $5 m/s^2$, au-dessus de laquelle les employés ne doivent pas être exposés.
- Durée d'exposition La durée quotidienne à laquelle un travailleur est exposée à une source vibratoire

ANNEXE H BIBLIOGRAPHIE

H.1 Directives européennes

Directive 2002/44/EC du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative aux exigences minimales d'hygiène et de sécurité relatives à l'exposition des employés à des risques résultants d'agents physiques (vibrations) (seizième directive individuelle au sens de l'article 16(1) de la Directive 89/391/EEC).

Directive 89/391/EEC du Parlement européen et du Conseil du 12 juin 1989 relative à l'introduction de mesures visant à promouvoir des améliorations dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité des employés pendant le travail.

Directive 98/37/EC du Parlement européen et du Conseil du 22 Juin 1998 sur le rapprochement des lois des Etats Membres relatives aux machines.

Directive 89/686/EEC du Conseil du 21 Décembre 1989 sur le rapprochement des lois des Etats Membres relatives aux équipements de protection individuelle comme amendée par les Directives 93/68/EEC, 93/95/EEC et 96/58/EC

Directive 89/656/EEC du Conseil du 30 Novembre 1989 relative aux exigences minimales d'hygiène et de sécurité relatives à l'utilisation par les travailleurs d'équipements de protection individuelle au poste de travail (troisième directive individuelle au sens de l'Article 16 (1) de la Directive 89/391/EEC)

H.2 Normes

Normes européennes

Comité Européen de Normalisation (2001) Vibrations mécaniques — Mesure et évaluation de l'exposition aux personnes des vibrations transmises par la main — Partie 1 : Exigences générales. EN ISO 5349-1:2001

Comité Européen de Normalisation (2001) Vibrations mécaniques — Mesure et évaluation de l'exposition des personnes aux vibrations transmises par les mains Partie 2 : Guide pratique pour les mesures sur le lieu de travail. EN ISO 5349-2:2001

Comité Européen de Normalisation (1996) Vibrations mécaniques — Vibration main bras — Méthode pour la mesure et l'évaluation de la transmissibilité des gants à la paume de la main.
EN ISO 10819:1996

Comité Européen de Normalisation (1997) Vibrations mécaniques — Déclaration et vérification des valeurs des vibrations émises. EN 12096:1997

Comité Européen de Normalisation (2005) Vibrations mécaniques — Machines portatives et guidées à la main. Principes d'évaluation des émissions de vibrations. EN ISO 20643:2005

Comité Européen de Normalisation (1995). Vibration main bras — Guides pour la réduction des risques vibratoires — Partie 1: méthodes d'engineering par la conception des machines.

CEN/CR 1030-1:1995

Comité Européen de Normalisation (1995). Vibration main bras — Guides pour la réduction des risques vibratoires — Partie 2 : Mesures organisationnelles au poste de travail.

CEN/CR 1030-2:1995

Comité Européen de Normalisation (2005) Vibrations mécaniques — Guide pour l'évaluation de l'exposition à des vibrations transmises par les mains à partir de données disponibles, notamment celles fournies par les fabricants de machines.

CEN/TR 15350 :2005

Normes internationales

ISO 8041:2005 Réponse humaine aux vibrations.— Instruments de mesure.

ISO 13091-1:2001 Vibration mécanique — Seuil de perception vibrotactile pour l'évaluation d'un dysfonctionnement nerveux— Partie 1: Méthodes de mesures au niveau des phalanges distales.

ISO 13091-2:2003 Vibration mécanique — Seuil de perception vibrotactile pour l'évaluation d'un dysfonctionnement nerveux— Partie 2: analyse et interprétation des mesures au niveau des phalanges distales.

ISO 14835-1:2005 Vibration mécanique et chocs— Test de provocation au froid pour l'évaluation de la fonction périphérique vasculaire — Partie 1 : mesure et évaluation de la température de la peau des doigts.

ISO 14835-2:2005 Vibration mécanique et chocs— Test de provocation au froid pour l'évaluation de la fonction périphérique vasculaire — Partie 2 : mesure et évaluation de la pression sanguine systolique du doigt.

ISO/TS 15694:2004 Vibration mécanique et chocs — Mesure et évaluation de chocs uniques transmises par les machines tenues ou guidées à la main au système main bras.

ISO/TR 22521:2005 Machines forestières portables tenues à la main — Valeurs d'émission sur les poignées— Données comparatives en 2002

H.3 Publications scientifiques

Bovenzi M. Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 1998; 71:509-519.

Bovenzi M. Vibration-induced white finger and cold response of digital arterial vessels in occupational groups with various patterns of exposure to hand-transmitted vibration. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 1998; 24:138-144.

Bovenzi M. Finger systolic blood pressure indices for the diagnosis of vibration-induced white finger. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 2002; 75:20-28.

Brammer, A.J., Taylor, W., Lundborg, G. (1987) Sensorineural stages of the hand-arm vibration syndrome. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 13, (4), 279-283.

Gemne, G., Pyykko, I., Taylor, W., Pelmeur, P. (1987) The Stockholm Workshop scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome (revision of the Taylor-Pelmeur scale). *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 13, (4), 275-278.

Griffin, M.J. (2004) Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union; a review. *Occupational and Environmental Medicine*; 61, 387-397.

Griffin, M.J. (1990, 1996) *Handbook of human vibration*. Published: Academic Press, London, ISBN: 0-12-303040-4.

Griffin, M.J. (1997) Measurement, evaluation, and assessment of occupational exposures to hand-transmitted vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 54, (2), 73-89.

Griffin, M.J. (1998) Evaluating the effectiveness of gloves in reducing the hazards of hand-transmitted vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 55, (5), 340-348.

Griffin, M.J., Bovenzi, M. (2002) The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75, (1-2), 1-5.

Griffin, M.J., Bovenzi, M., Nelson, C.M. (2003) Dose response patterns for vibration-induced white finger. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60, 16-26.

Griffin, M.J. & Lindsell C.J. (1998) Cold provocation tests for the diagnosis of vibration-induced white finger: Standardisation and repeatability. HSE research report CRR 173/1998.

Kaulbars, U. Hand-arm vibration parameters: from manufacturers and workplace measurements – deviations and causes. VDI-Report No. 1821 (2004), p. 115-124). www.hvbg.de/d/bia/vera/vera2a/human/kaulbars2.pdf. (en allemand)

LEY F. X. Pathologies des os et des articulations des membres supérieurs. INRS, Document pour le médecin du Travail, n°40, 4 term 1989.

Lindsell, C.J. & and Griffin. M.J. (1998) Standardised diagnostic methods for assessing components of the hand-arm vibration syndrome. HSE research report CRR 197/1998.

Mason H., Poole K. Clinical testing and management of individuals exposed to hand-transmitted vibration. An evidence review. Faculty of Occupational Medicine of the Royal College of Physicians 2004 ISBN 1 86016 203 7.

Mansfield, N.J. (2004) Human Response to Vibration ISBN 0-4152-8239-X

Paddan, G.S. & and Griffin, M.J. (1999) Standard tests for the vibration transmissibility of gloves. HSE research report CRR 249/1999.

Paddan, G.S., Haward, B.M., Griffin, M.J., Palmer, K.T. Paddan, G.S. et al. (1999) Hand-transmitted vibration: Evaluation of some common sources of exposure in Great Britain. HSE research report CRR 234/1999.

Palmer, K.T., Coggon, D.N., Bednall, H.E., Kellingray, S.D., Pannett, B., Griffin, M.J., Haward, B. (1999) Palmer, K.T. et al. (1999) Hand-transmitted vibration Occupational exposures and their health effects in Great Britain. HSE research report CRR 232/1999.

Palmer, K.T., Griffin, M.J., Bednall, H., Pannett, B., Coggon, D. (2000) Prevalence and pattern of occupational exposure to hand transmitted vibration in Great Britain: findings from a national survey. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, (4), 218-228.

Palmer, K.T., Griffin, M.J., Bendall, H., Pannett, B., Cooper, C., Coggon, D. (2000) The prevalence of sensorineural symptoms attributable to hand-transmitted vibration in Great Britain: a national postal survey. *American Journal of Industrial Medicine*, 38, 99-107.

Palmer, K.T., Griffin, M.J., Syddall, H., Pannett, B., Cooper, C., Coggon, D. (2000) Prevalence of Raynaud's phenomenon in Great Britain and its relation to hand transmitted vibration: a national postal survey. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, (7), 448-452.

Palmer, K.T., Griffin, M.J., Syddall, H., Pannett, B., Cooper, C., Coggon, D. (2001) Risk of hand-arm vibration syndrome according to occupation and source of exposure to hand-transmitted vibration: a national survey. *American Journal of Industrial Medicine*, 339, 389-396.

Palmer, K.T., Griffin, M.J., Syddall, H.E., Pannett, B., Cooper, C., Coggon, D. (2001) Exposure to hand-transmitted vibration and pain in the neck and upper limbs. *Occupational Medicine*, 51, (7), 464-467.

Palmer, K.T., Haward, B., Griffin, M.J., Bednall, H., Coggon, D. (2000) Validity of self reported occupational exposure to hand transmitted and whole body vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, (4), 237-241.

Rocher O., Lex F. X., Mereau P., Donati P. Pathologie des os et des articulations soumises à des vibrations transmises aux membres supérieurs. INRS, Document pour le médecin du Travail, n°56, 4 term, 1993.

Stayner, R.M. (1996) Grinder characteristics and their effects on hand-arm vibration. HSE research report CRR 115/1996.

Stayner, R.M. (1997) European grinder vibration test code: a critical review. HSE research report CRR 135/1997.

Stayner, R.M. (2003) Isolation and auto-balancing techniques for portable machines. HSE research report RR 078/2003.

Taylor, W. (Editor) (1974) The vibration syndrome. Proceedings of a Conference on the Medical Engineering and Legal Aspects of Hand-Arm Vibration at the University of Dundee, 12-14th July, 1972. Edited: W. Taylor, Published: Academic Press, ISBN 0 12 684760 6.

Taylor, W., Pelmeur, P.L. (Editors) (1975) Vibration white finger in industry, (A report, comprising edited versions of papers submitted to the Department of Health and Social Security in December 1973). Published: Academic Press, ISBN 0 12 684550 6.

H.4 Guides

Bulletin for workers of the institution for statutory accident insurance and prevention in the mining industry (Bergbau-Berufsgenossenschaft) „Human diseases caused by vibrations”. (En allemand)

Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH) Protection against vibration: a problem or not? (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)). www.baua.de/info/bestell.htm#schrift. (En allemand)

Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH). Protection against vibration at the workplace (technics 12). (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)). www.baua.de/info/bestell.htm#schrift. (En allemand)

Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH). Vibration loads in the building industry (technics 23). (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA). www.baua.de/info/bestell.htm#schrift. (En allemand)

Gruber, H.; Mierdel, B. Guidelines for risk assessment. Bochum: VTI Verlag 2003. (En allemand)

HSE (2005) Hand-arm Vibration - The Control of Vibration at Work Regulations 2005. Guidance on Regulations L140
HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6125 3

HSE (2005) Control the risks from hand-arm vibration: Advice for employers on the Control of Vibration at Work Regulations 2005 Leaflet
[INDG175 \(rev2\)](#) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6117 2

HSE (2005) Hand-arm vibration: Advice for workers Pocket card
[INDG296 \(rev1\)](#) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6118 0

HSE (1998) Hard to handle: Hand-arm vibration – managing the risk Video
HSE Books 1998 ISBN 0 7176 1881 1

HSE (2002) Use of contractors: A joint responsibility Leaflet INDG368
HSE Books 2002 10 ISBN 0 7176 2566 4

HSE (1996) Hazards associated with foundry processes: Hand-arm vibration - the current picture
Foundries Information Sheet FNIS8
Web only version available at www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm

HSE (1999) Hazards associated with foundry processes: Hand-arm vibration - assessing the need for action
Foundries Information Sheet FNIS10
Web only version available at www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm

HSE (2002) Hand-arm vibration in foundries: Furnace and ladle relining operations
Foundries Information Sheet FNIS11
Web only version available at www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm

HSE (2002) A purchasing policy for vibration-reduced tools in foundries
Foundries Information Sheet FNIS12
Web only version available at www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm

UK Department of Trade and Industry (1995). Machinery. Guidance notes on UK Regulations. Guidance on the Supply of Machinery (Safety) Regulations 1992 as amended by the Supply of Machinery (Safety) (Amendment) Regulations 1994 URN 95/650

INRS (1991) Le choc sans les secousses. Utilisez un brise-béton antivibratile.
INRS, ED 1346.

INRS. (2001) La main en danger. INRS, ED 863.

Centres de Mesures Physiques (CMP) et Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) - Guide pour évaluer les vibrations transmises à l'homme au poste de travail - (partie 2 : Vibrations transmises au système main-bras) Édité par l'INRS - Vandoeuvre - 2000.

AISS. Les vibrations aux postes de travail. Brochure de l'Association Internationale de Sécurité Sociale, éditée par l'INRS, 1989

Kaulbars, U. (1998) Technical protection against hand-arm vibrations. BIA Handbuch, 33. Lfg. XII/98. (En allemand)

Kaulbars, U. (2001) Anti-vibration-gloves – Positive list. BIA Handbuch, 39. Lfg. VII/2001. (En allemand)

Neugebauer, G.; Hartung, E. Mechanical vibrations at the workplace. Bochum: VTI Verlag 2002. (En allemand)

Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz. (2005) G46: Belastungen des Muskel- und Skelettsystems. (En allemand)

Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail (Belgique) Vibrations main bras. Stratégie d'évaluation et de prévention des risques. D/1998/1205/70.

ISPESL La sindrome da vibrazioni mano - braccio. Vibrazioni meccaniche nei luoghi di lavoro : stato della normativa. (En italien)

H.5 Sites Web

www.humanvibration.com

Informations générales sur les vibrations humaines y compris des liens à différents sites

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/wbvhome.lasso>

Données sur les vibrations émises

http://www.las-bb.de/karla/index_.htm

Données sur les vibrations émises

www.hse.gov.uk/vibration/calculator.htm

Calculateur de l'exposition

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/wbvcalculator.lasso>

Calculateur de l'exposition

INDEX

A	
<i>Accélération pondérée en fréquence</i>	14
<i>Accéléromètre</i>	38
<i>Achat, politique</i>	24
<i>Amplitude</i>	10
C	
<i>Calculateur sur le Web</i>	41
<i>Canal carpien</i>	40
<i>Chaînes de tension</i>	26
<i>Choc</i>	11
<i>Classement</i>	21
<i>Clef à choc</i>	13
<i>Clinique</i>	51
<i>Clinique, tests</i>	51
<i>Collective, mesure</i>	27
<i>Consultation et participation</i>	22
<i>Consultation, stratégie</i>	21
<i>Couleur, code</i>	46
D	
<i>Directive cadre</i>	7
<i>Dupuytren's</i>	40
E	
<i>Engourdi</i>	11
<i>Équilibre</i>	26
<i>Équipement, sélection</i>	23
<i>Évaluation</i>	31
<i>Évaluation, système feu rouge</i>	46
<i>Examen physique</i>	51
<i>Exposition vibratoire partielle</i>	18
<i>Exposition, durée</i>	13
F	
<i>Fabricant</i>	24, 25, 26
<i>Fabricant, valeur déclarée</i>	14
<i>Forces, préhension et poussée</i>	25
<i>Formation</i>	24
<i>Formation et information</i>	26
<i>Formation et supervision</i>	26
<i>Fourmillement</i>	11
<i>Fournisseur</i>	25
<i>Fréquence</i>	36
<i>Fréquence dominante</i>	36
<i>Fréquence, pondération</i>	36
<i>Froid, test de provocation</i>	53
G	
<i>Gants anti-vibratiles</i>	28
I	
<i>Incertitude</i>	19
L	
<i>Laboratoire, tests</i>	52
M	
<i>Machine, directive</i>	14
<i>Machine, opération continue</i>	13
<i>Machine, opération intermittente</i>	13
<i>machines rotatives</i>	11
<i>Maintenance</i>	28
<i>Marteau, action</i>	11
<i>Mesure de l'amplitude vibratoire</i>	17
<i>Médecin qualifié</i>	51
<i>Mesure</i>	17
<i>Monitoring et évaluation</i>	29
<i>Muscle, désordre</i>	40
<i>Muscle, faiblesse</i>	40
<i>Muscle, mesure de force</i>	52
N	
<i>Neurologie, désordres</i>	40
<i>Neurologie, investigations</i>	52
<i>Nomogramme</i>	41
P	
<i>Percussif</i>	11
<i>Plots anti-vibratiles</i>	25
<i>Points, système de mesure</i>	44
<i>Protection</i>	27
<i>Protection personnelle</i>	27
<i>Protection personnelle, équipement</i>	24
<i>Purdue, test des pinces</i>	52

R

<i>Radio, investigations</i>	52
<i>Raynaud, syndrome</i>	39
<i>Résilient, matériaux</i>	25
<i>Risque, contrôle</i>	23
<i>Risque, évaluation</i>	10

<i>Vibration, seuil de perception</i>	52
<i>Vibration, valeur totale</i>	36

S

<i>Santé, enregistrements</i>	32
<i>Santé, risques</i>	39
<i>Santé, surveillance</i>	29
<i>Substitution</i>	23
<i>Syndicat, délégués</i>	22
<i>Syndicats professionnels</i>	16, 23
<i>Syndrome vibration main-bras</i>	6, 39

T

<i>Tactile sensibilité</i>	52
<i>Tendinite</i>	40
<i>Transitoires, périodes</i>	7
<i>Travail, conception du poste</i>	25
<i>Travail, horaires</i>	27
<i>Travail, répartition</i>	13

V

<i>Valeur d'action d'exposition</i> ...	7, 33, 44
<i>Valeur déclarée d'émission</i>	15
<i>Valeur limite d'exposition</i>	7, 34, 44
<i>Vasculaire, désordres</i>	39
<i>Vasculaire, investigation</i>	52
<i>Vêtement</i>	28
<i>Vêtement chaud</i>	28
<i>Vibration</i>	35
<i>Vibration émission</i>	15
<i>Vibration moyenne</i>	17
<i>Vibration, amplitude</i>	17, 47
<i>Vibration, code d'essai</i>	15
<i>Vibration, contrôles</i>	29
<i>Vibration, Directive</i>	7
<i>Vibration, doigts blancs</i>	39
<i>Vibration, émission</i>	24
<i>Vibration, évaluation du risque</i>	33
<i>Vibration, exposition</i>	47
<i>Vibration, exposition quotidienne</i>	18
<i>Vibration, réduction</i>	24
<i>Vibration, responsabilités/directive</i> ..	34