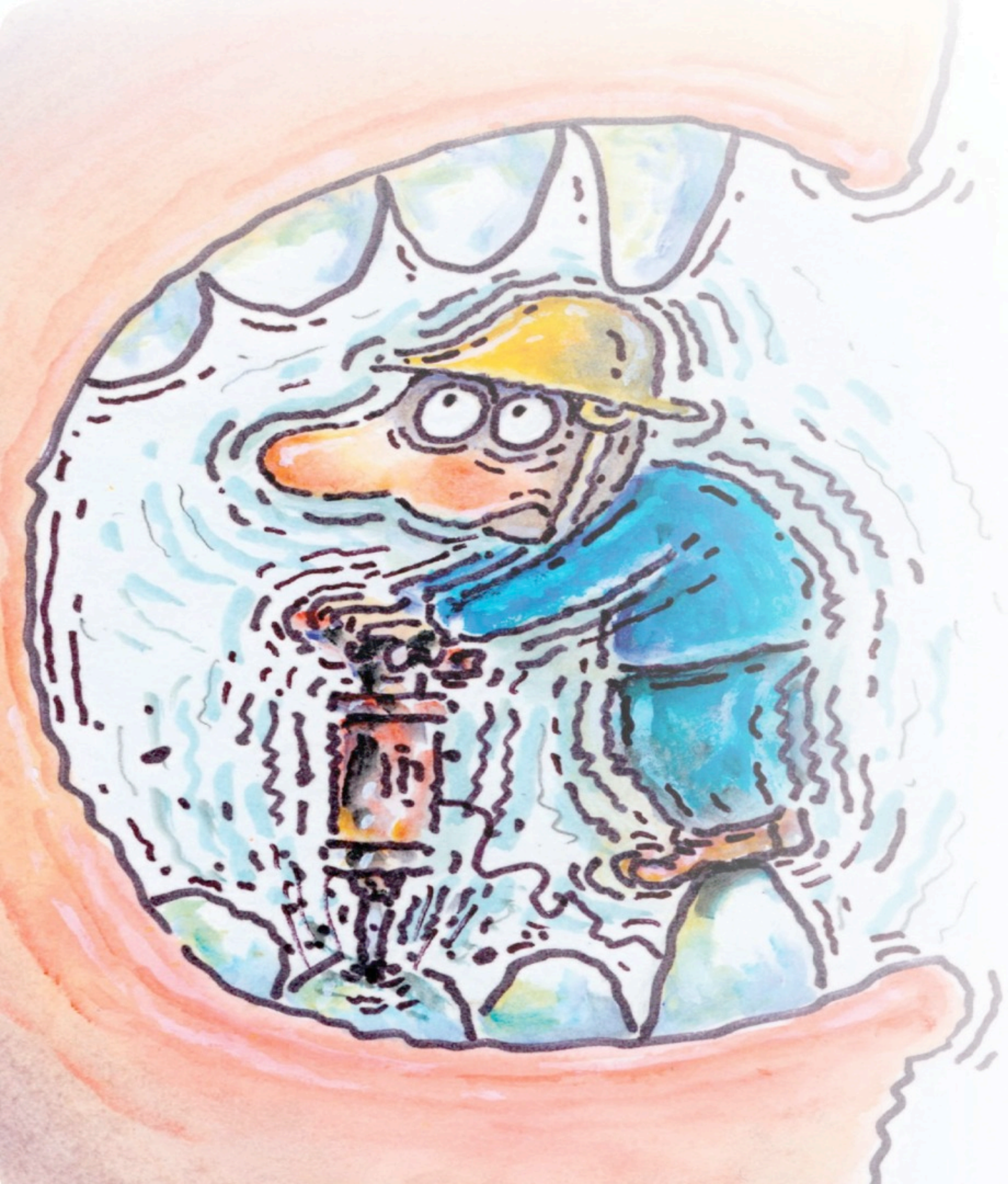




Évaluation et réduction du risque vibratoire



Évaluation et réduction du risque vibratoire pour le corps entier et le système main-bras

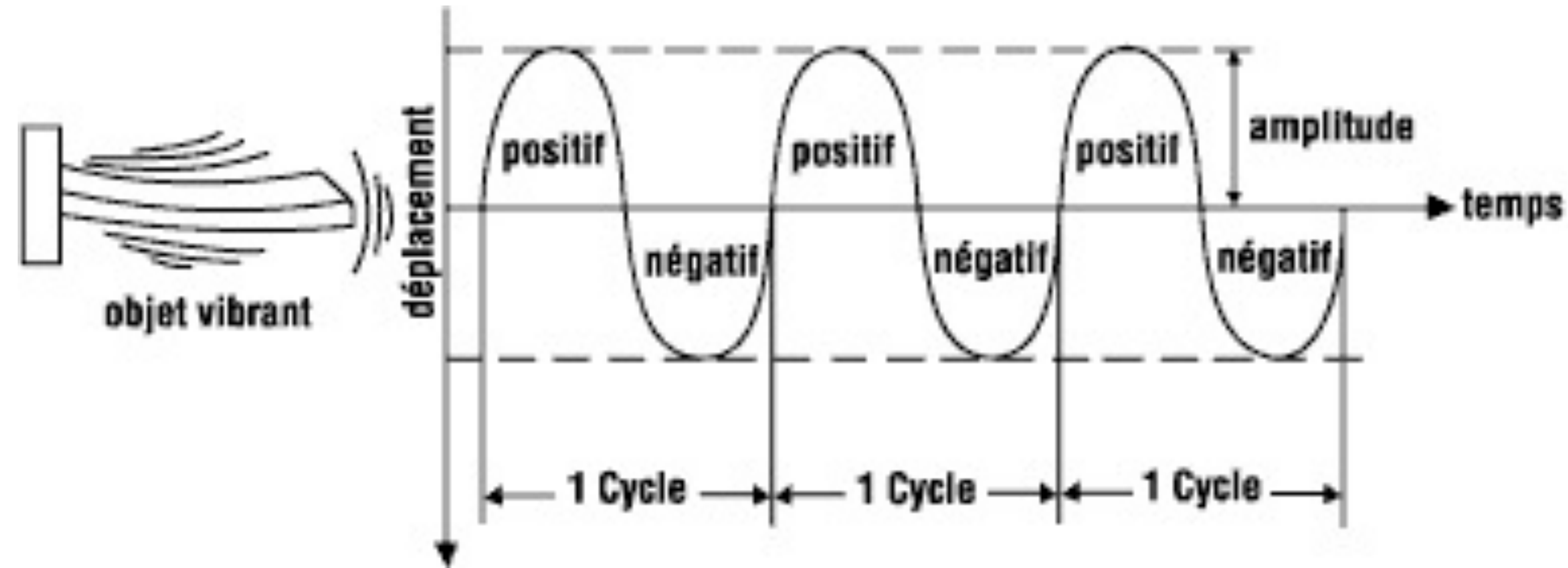
Pierre Marcotte, IRSST

Introduction

- L'exposition de l'humain aux vibrations est classée dans deux sous catégories:
 - Les vibrations main-bras (aussi appelées segmentaires)
 - Les vibrations globales du corps (aussi appelées corps entier)
 - Les effets sur la santé ne sont pas les mêmes



Qu'est-ce qu'une vibration ?

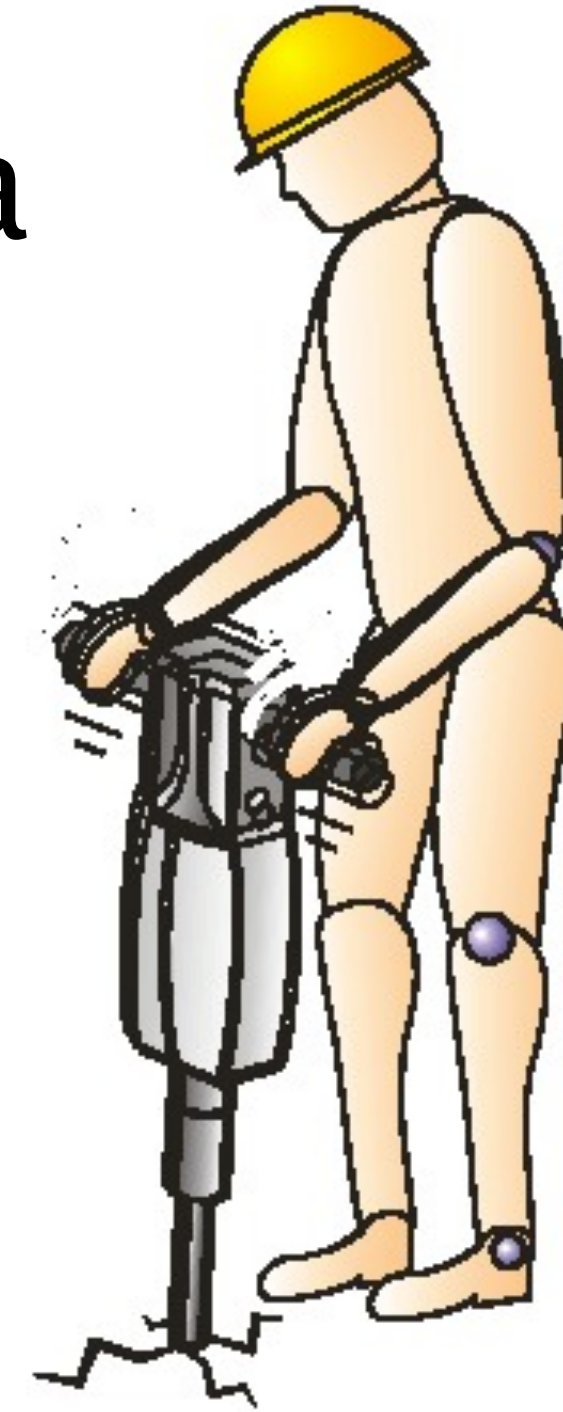


- La poignée ou une surface de machine bouge rapidement en va-et-vient et ce mouvement se transmet dans la main et le bras ou le corps entier
- La vibration est caractérisée par son amplitude et sa fréquence
- Les vibrations sont mesurées à l'aide d'un accéléromètre. On mesure l'amplitude de l'accélération en mètre par seconde au carré (m/s^2)



Les vibrations main-bras

- Les vibrations main-bras sont transmises à la main et au bras par la paume et les doigts
- Les outils vibrants sont répartis en différentes classes (rotatifs, percutants, roto-percutants)
- Les risques d'atteinte à la santé dépendent surtout du niveau de vibration et de la durée d'exposition



Types d'outils vibrants



Outils rotatifs



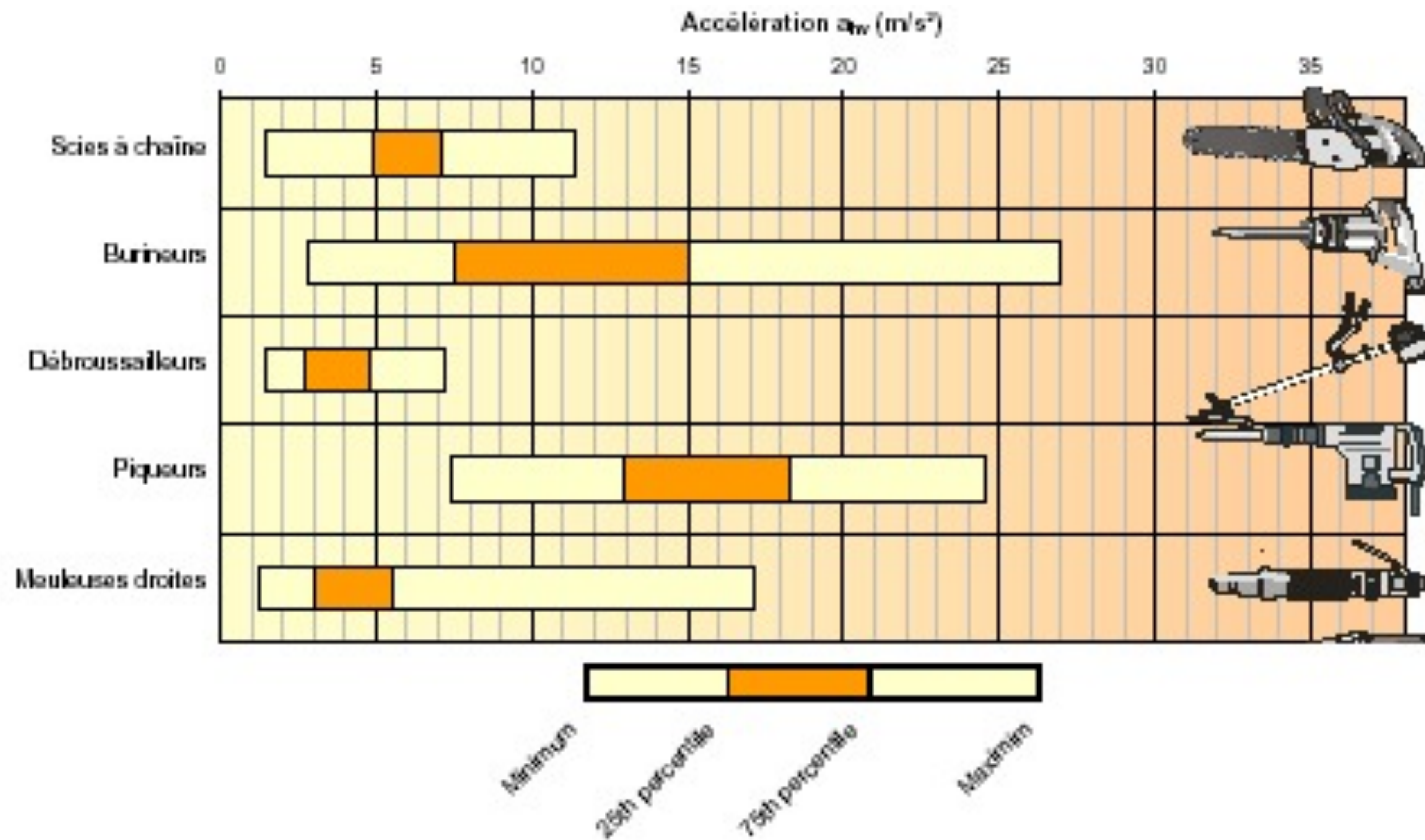
Outils percutants



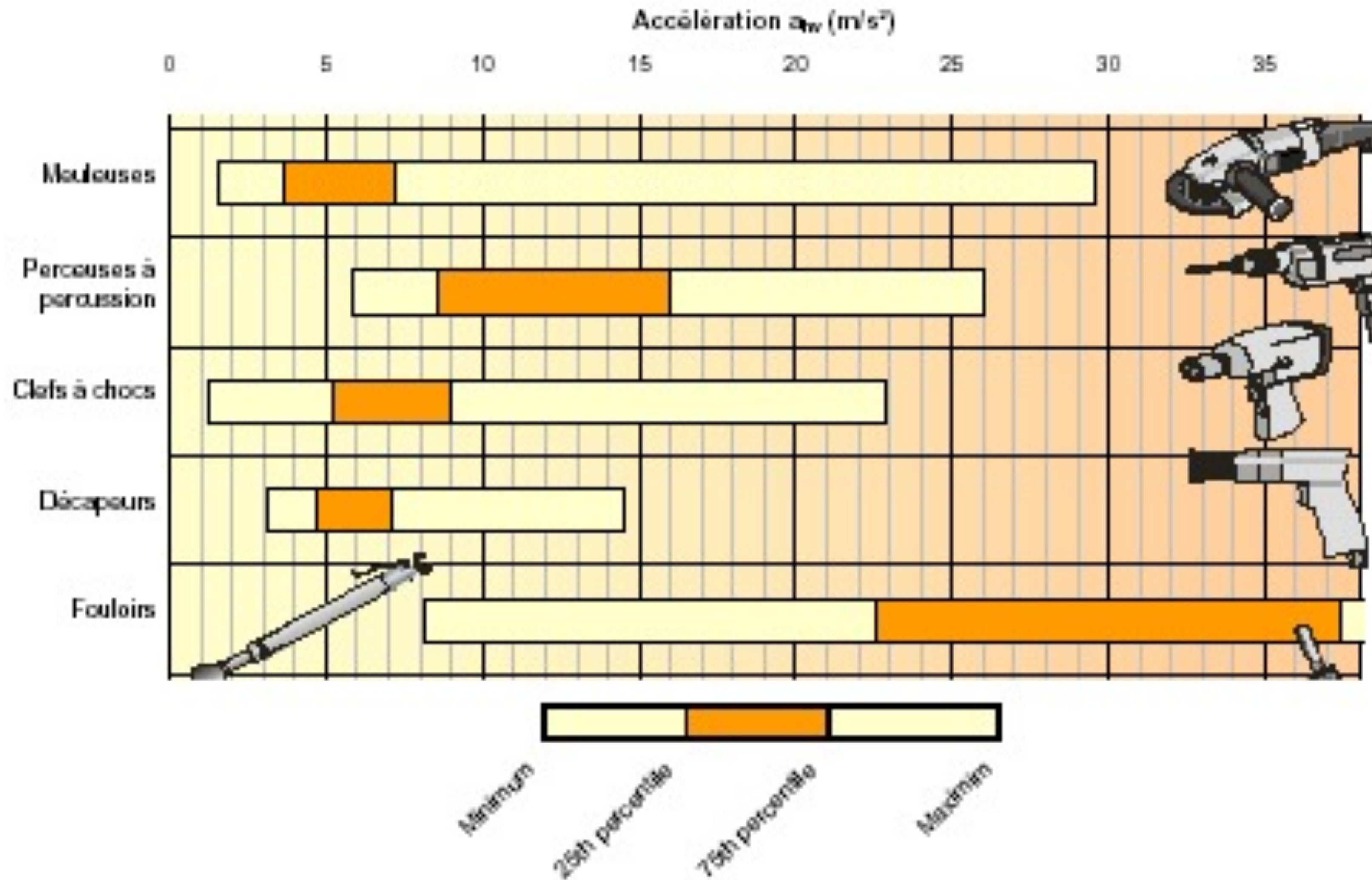
Outils roto percutants



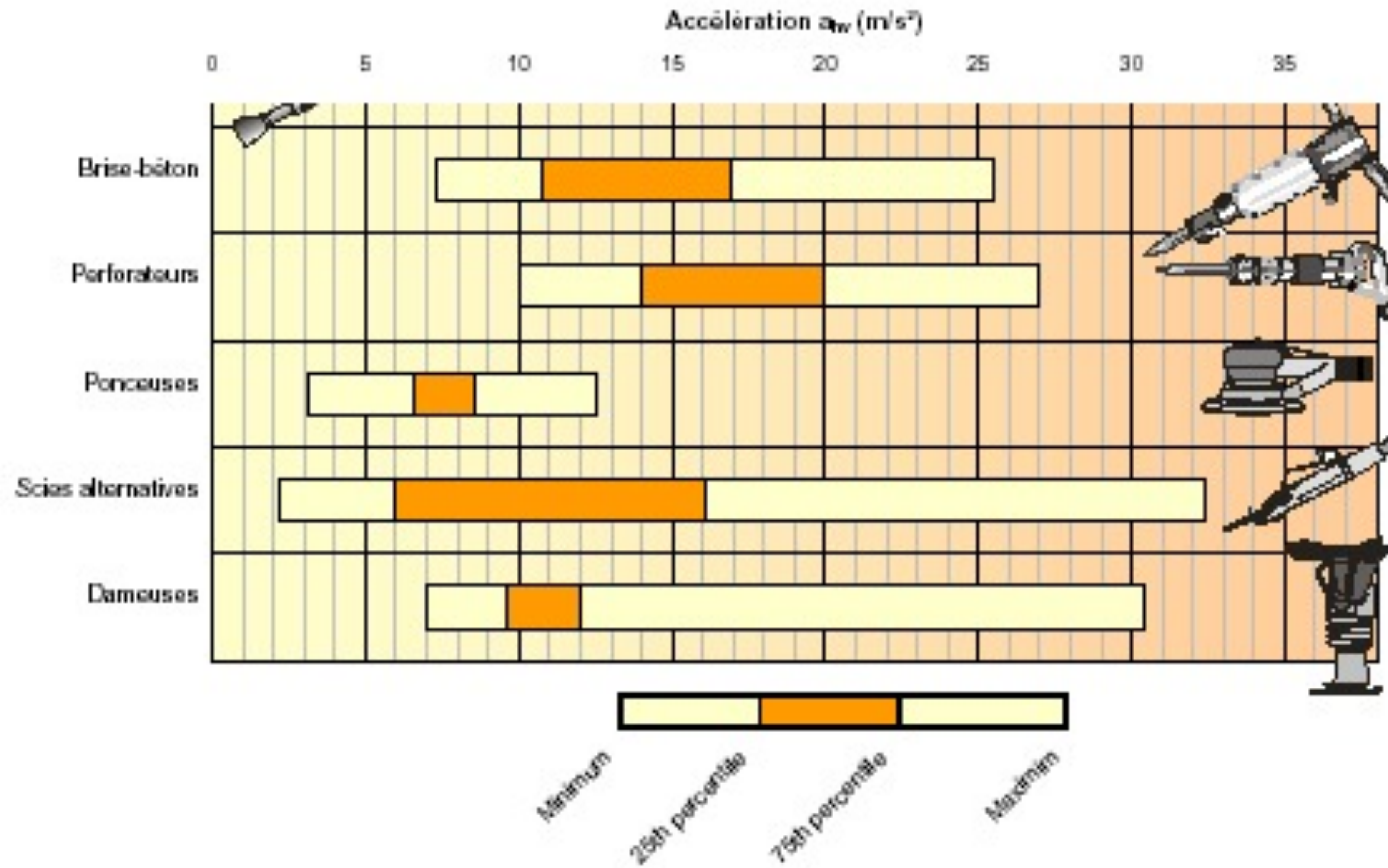
Vibration selon types d'outils



Vibration selon types d'outils (suite)



Vibration selon types d'outils (suite)



Bases de données d'outils

- Les valeurs d'émission vibratoire peuvent être estimées à partir de bases de données :
 - <http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=EN>
 - <http://www.ispesl.it/vibrationDatabase/menuHAV.asp?lang=en>
 - <http://wwwn.cdc.gov/niosh-sound-vibration/>

Department of Public Health and Clinical Medicine
Occupational and Environmental Medicine

Research

Welcome to the databases for Vibration Machines

The information stored in this database is compiled from research reports, power tool catalogues, etc.

Click on the links to reach each database.

[Hand and Arm Vibration
Exposure Calculator for Hand and Arm Vibration](#)

[Whole-Body Vibration
Exposure Calculator for Whole-Body Vibration](#)



Search Site map
Help Contact us
In Swedish Staff directory

Navigera på www.umu.se

Gör ditt val här:

Umeå University
Faculty of Medicine
Department of Public Health
and Clinical Medicine
Occupational and
Environmental Medicine



Bases de données d'outils (suite)

Department of Public Health and Clinical Medicine
Occupational and Environmental Medicine

Research

[<< Back to Hitlist](#) [New Search](#)

Machine Data for Chipping hammer: Atlas Copco RRF31

Machine type	Chipping hammer
Manufacturer	Atlas Copco
Model	RRF31
Power supply	Pneumatic



$$a_{hv} = 3,5 \text{ m/s}^2$$

Declared CE Values

Vibration Level	3.5	m/s ²	Measure Standard
Sound Pressure Level	93.0	dB(A)	EN / ISO 8662
Sound Power Level	0.0	dB(A)	
Date of Measurement			

Reference: www.atlascopco.com
Data modified on Feb 12, 2002

[<< Back to Hitlist](#) [New Search](#)



[Search](#) [Site map](#)
[Help](#) [Contact us](#)
[In Swedish](#) [Staff directory](#)

▼ Navigera på www.umu.se

Gör ditt val här:

[Umeå University](#)
[Faculty of Medicine](#)
[Department of Public Health and Clinical Medicine](#)
[Occupational and Environmental Medicine](#)

► [Presentation](#)

► [News](#)

► [Staff](#)

► [Collaborate with us](#)

► [Research](#)

[Vibration Database](#)

[Hand and Arm Vibration](#)

[Search the database](#)

[Exposure Calculator](#)

[Whole-Body Vibration](#)

[Search the database](#)

[Exposure Calculator](#)

► [Education](#)



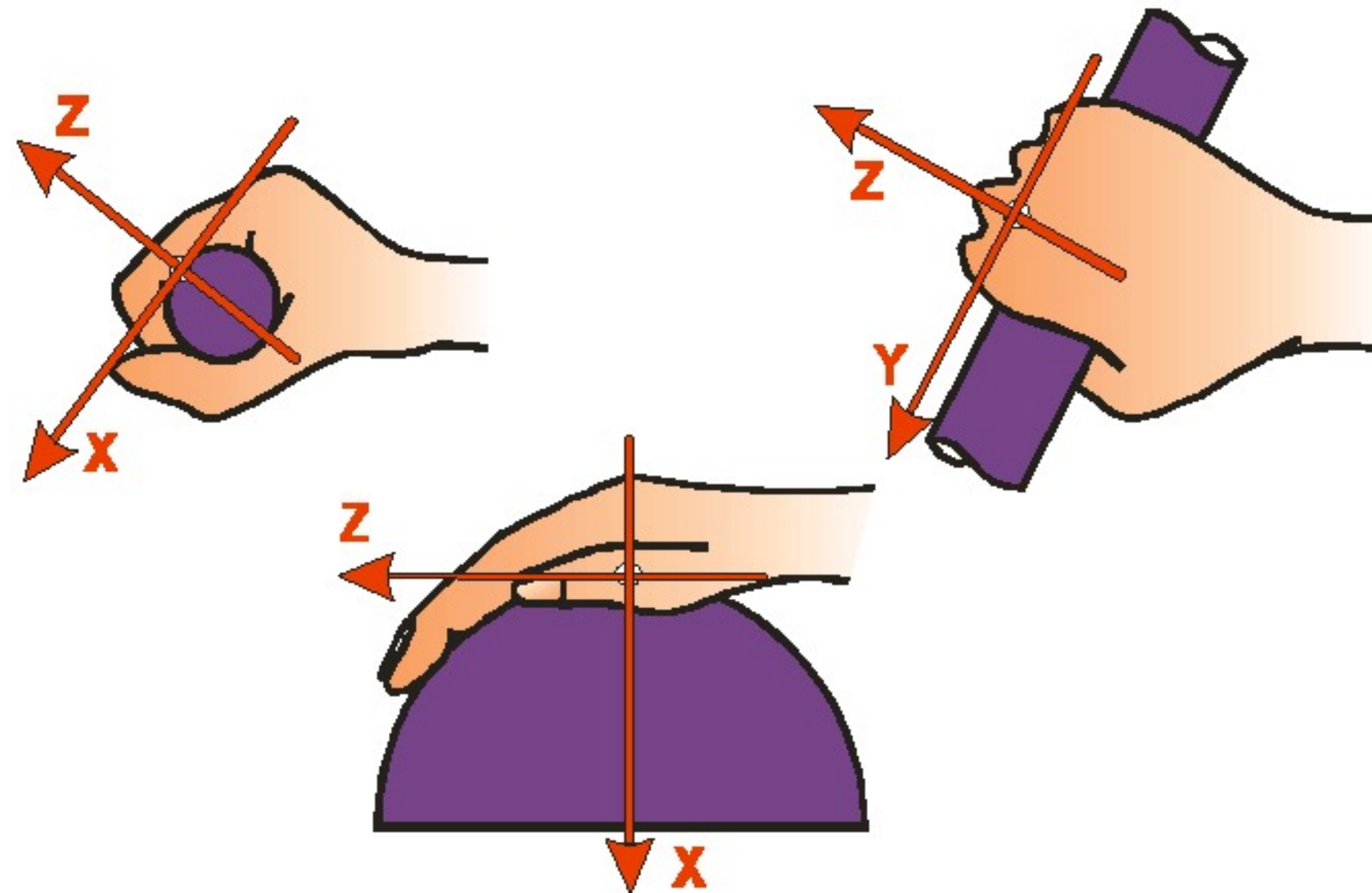
Bases de données d'outils (suite)

- Les valeurs fournies par les fabricants de machines doivent être multipliées par les facteurs suivants (norme CEN/TR 15350):
 - Machines thermiques: X 1
 - Machines pneumatiques: X 1,5 à 2
 - Machines électriques: X 1,5 à 2
- Lorsque les fabricants déclarent une valeur inférieure à $2,5 \text{ m/s}^2$, il utiliser la valeur de $2,5 \text{ m/s}^2$ et la multiplier par le facteur correspondant
 - Facteurs peuvent être obtenus au lien suivant: <http://www.ispesl.it/vibrationDatabase/lineeGuida.asp?lang=en>
(Tableaux 4, 5 et 6)



Mesure des vibrations main-bras

- Les vibrations main-bras sont mesurées selon trois directions (x, y et z)
- Pour les vibrations main-bras, les fréquences pertinentes sont entre 5 Hz et 1600 Hz
- Application d'une pondération fréquentielle



Mesure des vibrations main-bras (suite)

- Accéléromètre triaxial rigidement fixé à la poignée ou au corps de l'outil (le plus près possible de la main du travailleur sans nuire à sa tâche)



Mesure des vibrations main-bras (suite)

- Pour un même outil et une même tâche, au minimum 3 mesures de 20 secondes chaque doivent être effectuées
- Vérifier l'écart entre les mesures et reporter la valeur moyenne des mesures
- Si l'outil est maintenu pas les deux mains, il faut évaluer et reporter l'exposition de chacune des mains
- Il est suggéré de reporter également l'accélération non-pondérée
(Passe-Bande ou « band-limited »)



Mesure des vibrations main-bras (suite)

- Pour les outils percutants, attention au « DC shift » (décalage du zéro) dans l'axe de percussion
 - Le « DC shift » est causé par la résonance de l'accéléromètre lors de chocs importants peu amortis (par exemple métal sur métal)
 - Cause une surestimation de la valeur réelle et peut être détecté par un niveau anormalement élevé en basse fréquence (spectre en tiers d'octaves) ou encore en vérifiant le signal temporel



Mesure des vibrations main-bras (suite)

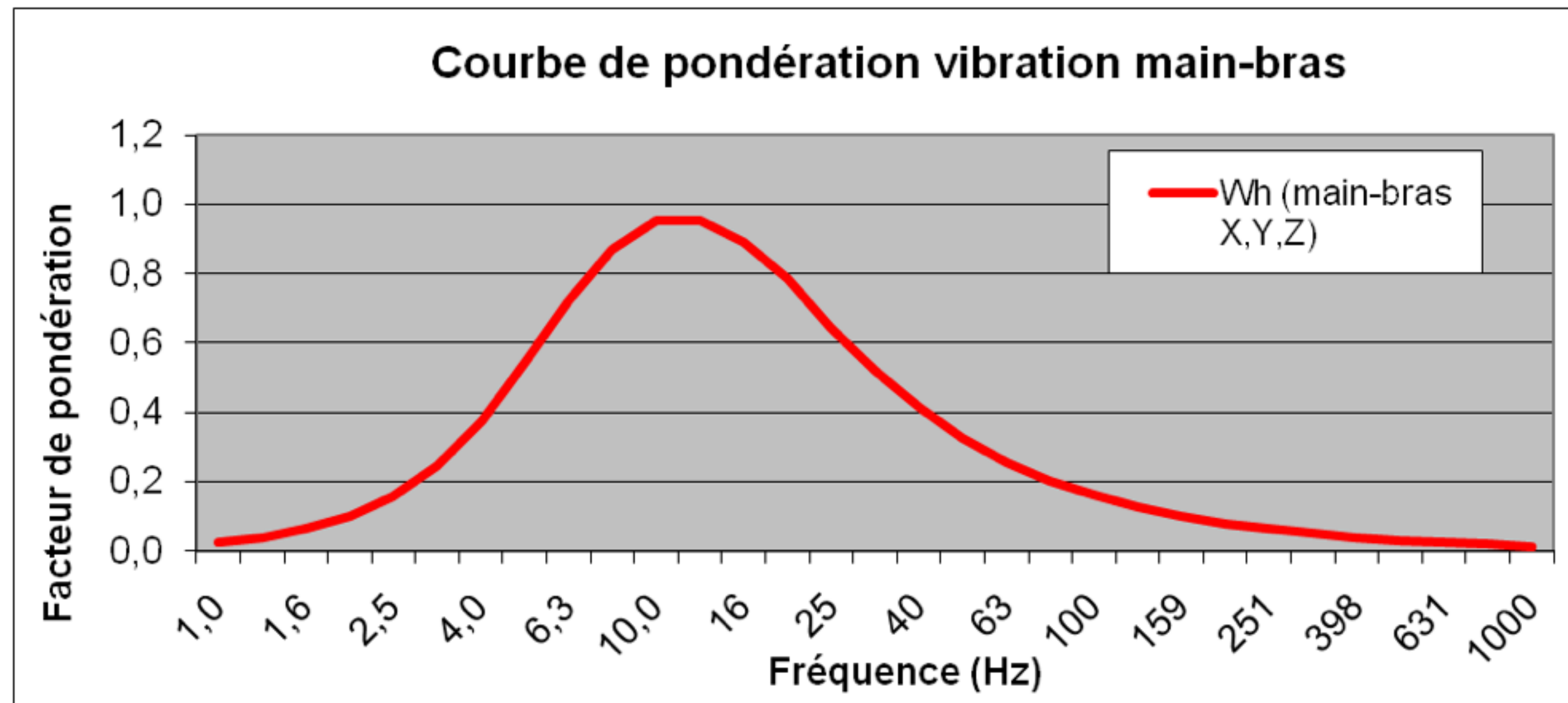
- En général, les mesures de vibration se font à l'aide d'un dosimètre de vibration (accéléromètre relié à un appareil)
- Les dosimètre de vibration donnent directement le niveau de vibration pondéré
- Exemples de dosimètre de vibration:
 - Vib008 de 01dB
 - HVM 100 de Larson-Davis
 - Analyseur type 4447 de Bruël & Kjær



Calcul de l'accélération pondérée

- Les valeurs d'accélération efficace (rms) pondérées (W_h) mesurées selon les trois axes x, y et z sont: a_{hwx} , a_{hwy} et a_{hwz}
- La valeur d'émission vibratoire est calculée selon la formule suivante :

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



Calcul de l'exposition journalière

- Calcul de la dose vibratoire sur 8 heures: $A(8)$

- Une seule machine :

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

a_{hv} : émission vibratoire de la machine

T : durée d'exposition journalière en heure

T_0 : durée de référence (8 heures pour une journée)

- Plusieurs machines :

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + A_4(8)^2 + \dots}$$

$A_1(8)$, $A_2(8)$, $A_3(8)$ et $A_4(8)$ sont les valeurs d'expositions partielles attribuables aux différentes machines



Exemple de calcul

- Un travailleur utilise:
 - Meuleuse d'angle : 4 m/s² pendant 2 ½ heures
 - Boulonneuse : 3 m/s² pendant 1 heures
 - Marteau burineur: 20 m/s² pendant 15 minutes
- Calcul de l'exposition de chaque outil:

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

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

$$-A_{burineur}(8) = 20 \sqrt{\frac{1/4}{8}} = 3,5 \text{ m/s}^2$$



Exemple de calcul (suite)

- Calcul de l'exposition quotidienne:

$$A(8) = \sqrt{A_{meuleuse}(8)^2 + A_{boulonneuse}(8)^2 + A_{burineur}(8)^2}$$

- Ce qui donne: $A(8) = \sqrt{2,2^2 + 1,1^2 + 3,5^2}$

$$A(8) = 4,3 \text{ m/s}^2$$



Calculateur de l'exposition

http://www.stihl.com/vib/french/documents/ALL_vib_calculator_Orig.xls

STIHL®
Mains - Bras - Vibration: Calculateur

	Niveau maximum équivalent de vibration $a_{hv,eq}$ [m/s ²]	Temps jusque valeur d'exposition journalière déclenchant l'action $A(8) = 2.5$ m/s ²		Temps jusque valeur limite d'exposition journalière $A(8) = 5$ m/s ²		Durée d'exposition		Valeur partielle d'exposition aux vibrations $A(8)$ [m/s ²]
		heures	minutes	heures	minutes	heures	minutes	
Machine 1	4.0	3	8	12	30	1		1.4
Machine 2	5.0	2	0	8	0	3		3.1
Machine 3	2.0	12	30	>24		4		1.4
Machine 4								
Machine 5								
Machine 6								

Mode d'emploi:
Saisir la valeur de vibrations équivalente et la durée d'exposition journalière dans les cases blanches.
Pour procéder au calcul, appuyer sur la touche "Entrée" ou cliquer sur n'importe quelle case. Effacer

Exposition journalière aux vibrations $A(8)$ [m/s ²]
3.7



Quel est le niveau à ne pas dépasser ?

- En Amérique du Nord, il n'y a pas de réglementation pour les vibrations
- En Europe, directive 2002/44/EC:
 - Seuil d'action d'exposition journalier $A(8)$ de $2,5 \text{ m/s}^2$, au-delà duquel l'employeur doit prendre des mesures de prévention
 - Seuil limite d'exposition journalier $A(8)$ de $5,0 \text{ m/s}^2$ à ne pas dépasser (limite absolue)



Réduction des risques

- Utiliser d'autres méthodes de travail (par exemple, utiliser une meuleuse plutôt qu'un marteau pneumatique pour couper des rivets)
- Optimiser les techniques de travail, l'utilisation des outils
- Choisir des modèles d'outils moins vibrants
 - Utilisation d'outils équipés de poignées anti-vibrations (scies à chaîne, foreuses à béquille, etc.)
 - Utilisation d'outils ayant un système anti-vibration (meuleuses auto équilibrante, outils à percussion avec suspension au niveau du système de frappe, etc.)



Réduction des risques (suite)

- Réduire le temps d'exposition
- Garder les mains au chaud et à l'abris de l'humidité
 - Éviter de diriger l'échappement d'air froid sur les doigts et la main
 - Éviter le contact de la main directement avec les surfaces métalliques froides de l'outil
 - Porter des gants isolant du froid
- Limiter les forces exercées sur l'outil (préhension et poussée) au minimum nécessaire pour effectuer la tâche de façon efficace et sécuritaire



Réduction des risques (suite)

- Utiliser des postures de travail qui limitent les efforts musculaires au minimum
- Entretien des outils selon les recommandations du fabricant (nettoyage, lubrification, affûtage des outils coupants, équilibrage des parties tournantes, etc.)
- Opérer les outils pneumatiques à la pression recommandée par le fabricant
- Changer les outils lorsqu'ils sont trop usés
- Changer les accessoires (burins, papiers sablés, meules) lorsqu'ils commencent à être moins performants



Réduction des risques (suite)

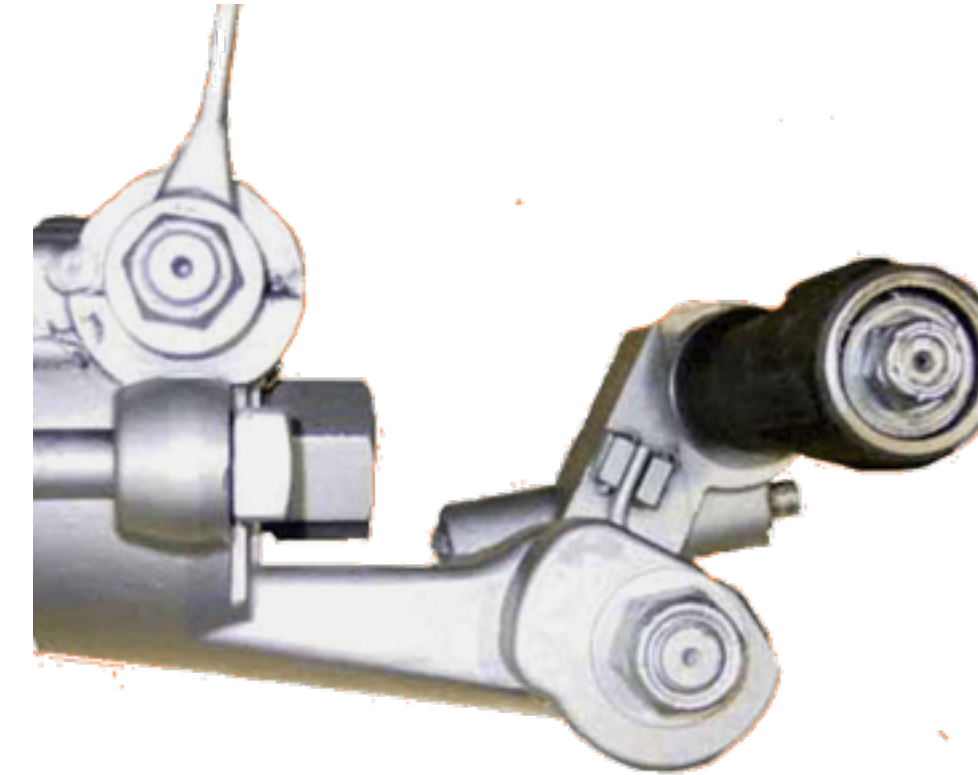
- Prévoir des rotations de postes de travail
- Aménager des temps de récupération
- Ajouter des équilibreurs pour compenser le poids des machines
- Porter des gants anti-vibration homologués selon la norme ISO 10819
 - Mise en garde: les gants anti-vibration ne protègent pas contre les impacts des outils à percussion ni contre les vibrations de basses fréquences (en dessous de 200 Hz)



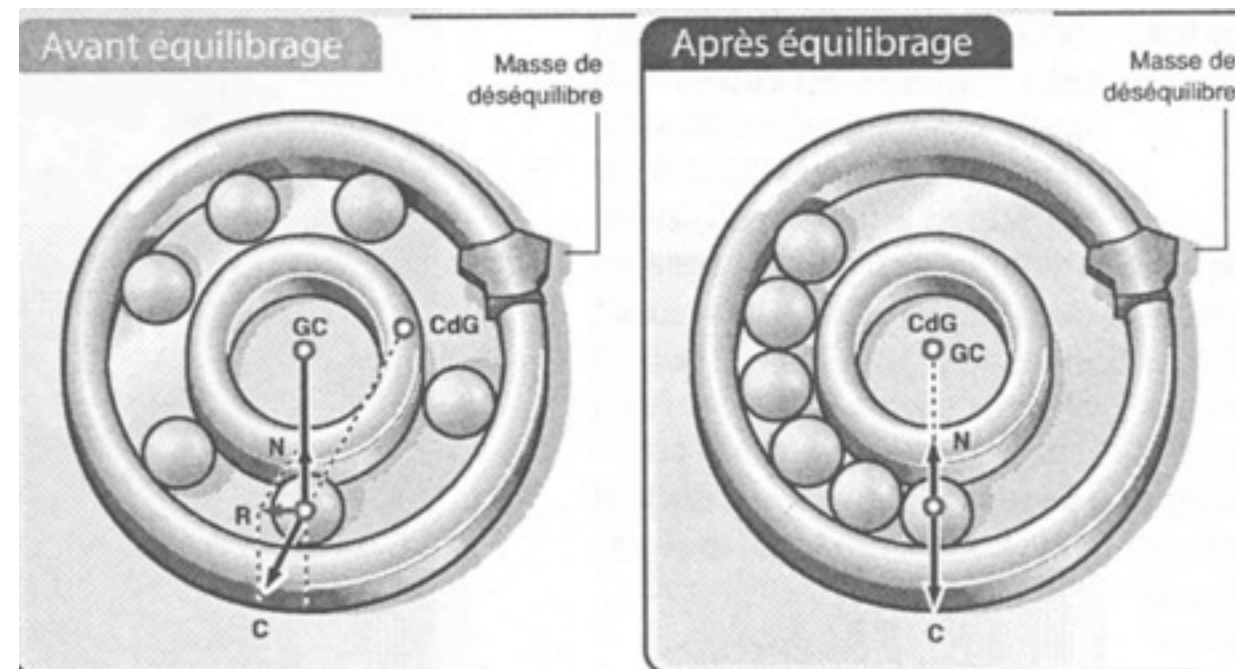
Réduction des risques (suite)



Équilibreur
de poids



Poignées antivibrations



Équilibreur
de balourd
(meuleuses)



Gants
antivibrations



Lectures additionnelles

- Normes ISO 5349-1 et ISO 5349-2 (mesure des vibrations, vibrations main-bras)
- Guide des bonnes pratiques en matière de Vibrations mains-bras (téléchargeable) <http://www.sante.public.lu/publications/impacts-milieu-vie/sante-travail/guide-bonnes-pratiques-vibrations-mains-bras/guide-bonnes-pratiques-vibrations-mains-bras.pdf>

