

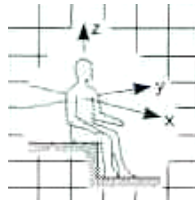
Cours Technologie (de l'hygiène) du travail

Prof. J. Malchaire

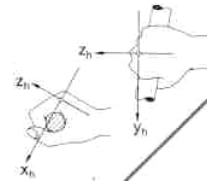
Les vibrations

A. Notions de base

- Onde mécanique se propageant dans un milieu (si air, bruit)
- fréquences des vibrations:
 - vibrations corps total (engins roulants): 0.5 à 80 Hz
 - vibrations mains bras (machines avec outil): 5 à 1500 Hz
- Amplitude
 - l'amplitude de déplacement d (en m)
 - l'amplitude de vitesse v (en ms^{-1})
 - l'amplitude d'accélération a (en ms^{-2})
- Unités
 - parfois échelle en dB: $N = 20 \log(a/a_0)$, et $a_0 = 10^{-6} ms^{-2}$
 - $1 ms^{-2} = 120 dB$, $10 ms^{-2} = 140 dB$, $0.1 ms^{-2} = 100 dB$
 - doubler = plus 6dB: $2 ms^{-2} = 126 dB$
- Directivité des vibrations:
 - 3 axes X, Y et Z définis

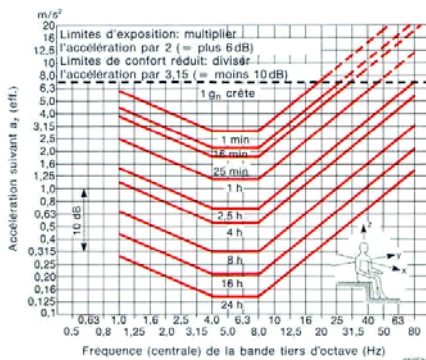


par norme ISO2631 pour **CORPS TOTAL**

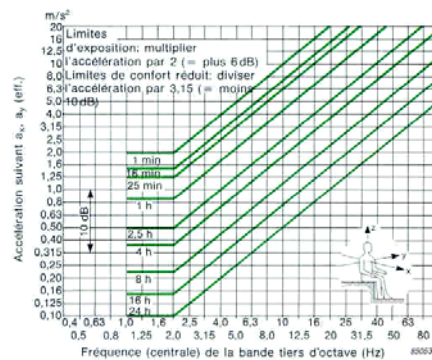


norme ISO5349 pour **MAINS BRAS**

- Pondération fréquentielle différente selon
 - **CORPS TOTAL: différence entre Z et X,Y**

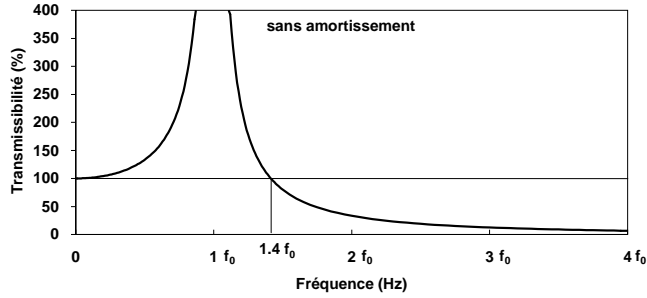


Limites d'accélération longitudinales (a_x) en fonction de la fréquence et de la durée d'exposition "Limite de fatigue correspondant à une expertise diminuée" (ISO 2631)



Limites d'accélération transversales (a_y, a_z) en fonction de la fréquence et de la durée d'exposition "Limite de fatigue correspondant à une expertise diminuée" (ISO 2631)

- **MAINS BRAS: idem pour les 3 axes**
- Transmission des vibrations



B. Mesurage des vibrations

- Très complexe: pour des experts
- Normes de référence pour:
 - vibrations corps total: ISO2631



- vibrations mains bras: ISO5349



C. Principe d'égale énergie

- $a^2 T = \text{constante}$
 - exemple: $(2\text{ms}^{-2})^2 480\text{min} = (2.8\text{ms}^{-2})^2 240\text{min}$

D. Directive européenne (2002)

- **Vibrations corps total**

Accélération d'exposition personnelle la plus grande de $1.4 a_{wx}$, $1.4 a_{wy}$, a_{wz}

- valeurs limites

Valeurs d'action
(informer, former, prévention)
 0.5 ms^{-2}

Valeurs limites d'exposition
 1.15 ms^{-2}

- **Vibrations mains bras**

Globalisation de l'accélération pondérée (ISO5349) des 3 axes avec la même pondération pour les 3 axes = $(a_{wz}^2 + a_{wx}^2 + a_{wy}^2)^{0.5}$

- valeurs limites

Valeurs d'action
(informer, former, prévention)
 2.5 ms^{-2}

Valeurs limites d'exposition
 5 ms^{-2}

E. Ordre de grandeur

• Vibrations **corps total**

Type d'engins	A _{weq} ms ⁻²	
	Moyenne	Maximum
Chargeuse pelleuseuse	0,6	1,9
Niveleuse	0,7	1,5
Rouleau vibrant	0,8	1,5
Camion tout terrain	0,7	2,4
Chariot élévateur tout terrain	1,4	2,3
Chargeuse sur pneus	0,7	2,3
Chargeuse sur chenilles	0,9	2,0
Bouteur (bulldozer)	0,7	2,0
Tondeuse	0,6	1,0
Tracteur agricole et forestier	0,8	1,8
Chariot élévateur: < 2 T	0,9	2,2
2 à 10 T	0,8	1,5
> 10 T	0,6	2,0
Tracteur routier	0,7	1,1
Camion	0,6	1,4
Véhicule utilitaire	0,6	0,8
Camion grue	0,3	1,1
Portique, pont roulant	0,4	0,8
Locomotive	0,3	0,5
Bus	0,4	0,5
Voiture: route en bon état	0,3	0,5
route en mauvais état	0,5	1,0
Méto - train	0,5	0,6
Cokerie	0,2	0,8
Concasseur	0,6	1,1
Presse à béton	0,5	1,1
Presse lourde	0,4	0,8

- Des amplitudes plus faibles peuvent résulter:
 - d'un engin particulièrement en bon état;
 - de suspensions de qualité;
 - de chemins de roulage bien plans.
- Des amplitudes plus importantes résulteront:
 - d'un entretien défectueux;
 - de suspensions non appropriées ou dégradées;
 - de chemins de roulage irréguliers.

• Vibrations **Mains Bras**

Machines		Accélération équivalente résultante ms ⁻²		
		moyenne	minimum	maximum
Débroussailleuse	poignée arrière	7,0	2,6	18
	poignée avant	7,9	3,3	17
Tronçonneuse suspendue	poignée arrière	12,9	3,3	24,1
	poignée avant	7,3	3,9	14,6
Tronçonneuse NON suspendue	poignée arrière	29,9	7,8	46,8
	poignée avant	19,2	14,3	28,7
Perceuse - foreuse		10,9	5,0	21,8
Meuleuse droite		8,2	3,3	19,8
Meuleuse d'angle (disqueuse)		6,0	2,0	17,6

Meuleuse verticale	7,3	3,3	13,7
Ponceuse vibrante	8,2	3,3	11,2
Polisseuse	4,7	2,6	8,2
Grignoteuse	8,6	3,3	17,1
Perceuse à percussion	12,5	5,0	32,6
Pistolet à aiguilles	16,2	5,0	20,8
Rivetage marteau à river	5,6	1,5	23,1
tas de réaction	17,0	-	-
Marteau piqueur, burineur, ébarbeur	11,5	2,0	30,0
Meuleuse sur pied	8,4	2,0	32,5
Tournevis pneumatique, visseuse	4,8	1,8	7,8
Clé à chocs, boulonneuse	6,0	2,0	22,2
Clé à chocs hydropneumatique	3,6	1,0	6,5
Clé d'angles, serreuse	1,7	1,0	3,9
Clé à rochets	5,2	1,0	10,4
Foreuse de roche	15,0	-	32,0

- Des amplitudes plus faibles peuvent résulter:
 - d'une machine particulièrement en bon état;
 - d'outils équilibrés;
 - de poignées anti-vibrations.
- Des amplitudes plus importantes résulteront:
 - d'un entretien défectueux;
 - d'outils mal équilibrés;
 - d'absence de suspension des poignées.
- Bases de données internationales
site WEB en Suède: <http://umetech.niwl.se/>

F. Effets des vibrations

- Classification internationale (Echelle de Stockholm)
 - Des troubles vasculaires

Stade	Degré	Description de la crise
0	-	Pas d'attaque
1	Léger	Attaques occasionnelles affectant seulement l'extrémité d'un ou plusieurs doigts
2	Moyen	Attaques occasionnelles affectant les deuxièmes et troisièmes phalanges (rarement les premières) d'un ou plusieurs doigts.
3	Sévère	Attaques fréquentes affectant toutes les phalanges de la plupart des doigts.
4	Très sévère	Comme au stade 3, avec des modifications trophiques de la peau à l'extrémité des doigts

- Des troubles neurologiques

Stades	Symptômes
0	Exposition aux vibrations, aucun symptôme
1	Paresthésies intermittentes avec ou sans douleur
2	Paresthésies intermittentes ou persistantes, réduction de perception sensitive
3	Paresthésies intermittentes ou persistantes, réduction de la discrimination tactile et/ou de la dextérité manuelle