

Engins mobiles

Posture et exposition aux vibrations

M. AMARI

Responsable d'études

Département Ingénierie des Equipements de Travail
Laboratoire Electromagnétisme, Vibration, Optique

Colloque Bruit et Vibrations au Travail

09 – 11 Avril 2019

Nancy

Notre métier,
rendre le vôtre plus sûr

1. Contexte

- 1.1 Effets sur la santé
 - Les vibrations transmises à l'ensemble du corps sont à l'origine de troubles lombalgiques
 - Population concernée (*SUMER 2010*)
 - > 10% des travailleurs français
 - > Travaux publics, bâtiment, transports, agriculture, etc.
 - > Conducteurs d'engins mobiles
 - Maladies professionnelles (*Tableau 97*)
 - > Radiculalgie ou sciatique par hernie discale
 - > 7^{ème} rang des MP avec 459 cas en 2014
 - > Coût direct de 12 millions d'euros

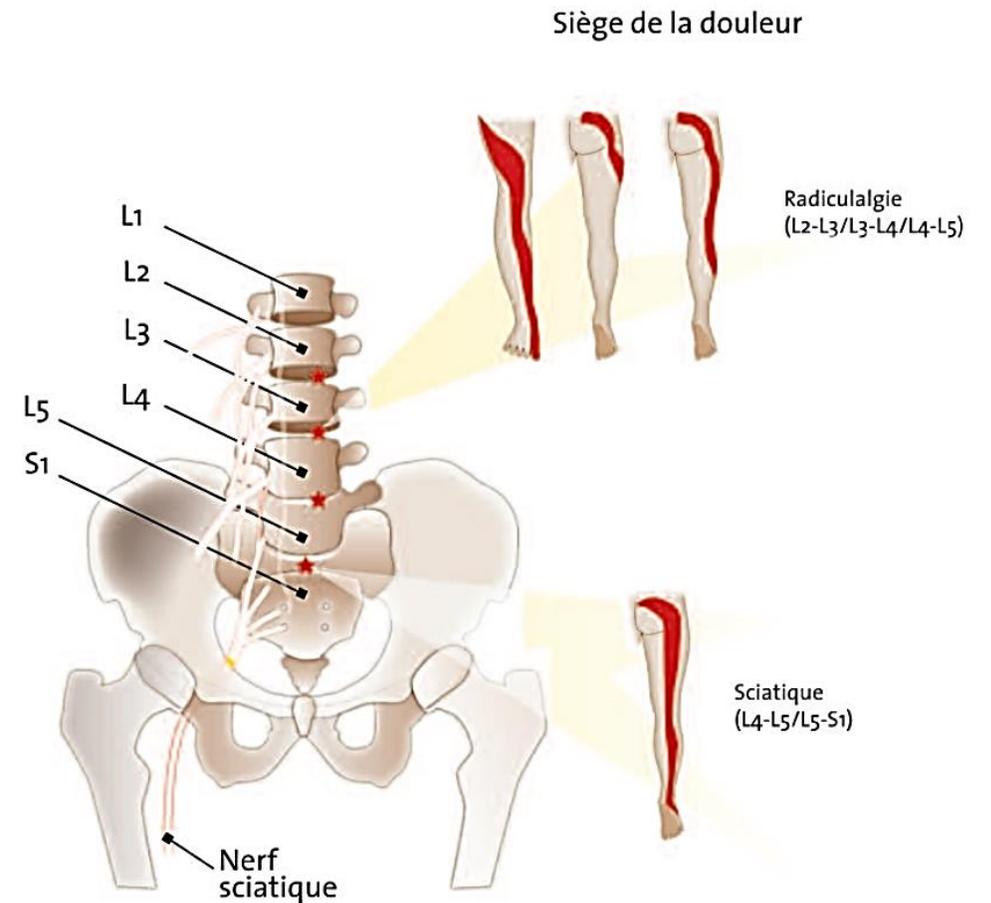


Fig.1 : Atteintes de la colonne vertébrale

1. Contexte

• 1.2 Risque vibratoire

- Réglementation
 - > Directive « Vibration »
(2002/44/CE du 25 juin 2002)
 - > Décret 2005-746
- L'employeur doit évaluer et réduire les risques liés aux vibrations
- Indicateur d'exposition
 - > Dose journalière
 - > $A(8)$ [$m.s^{-2}$]

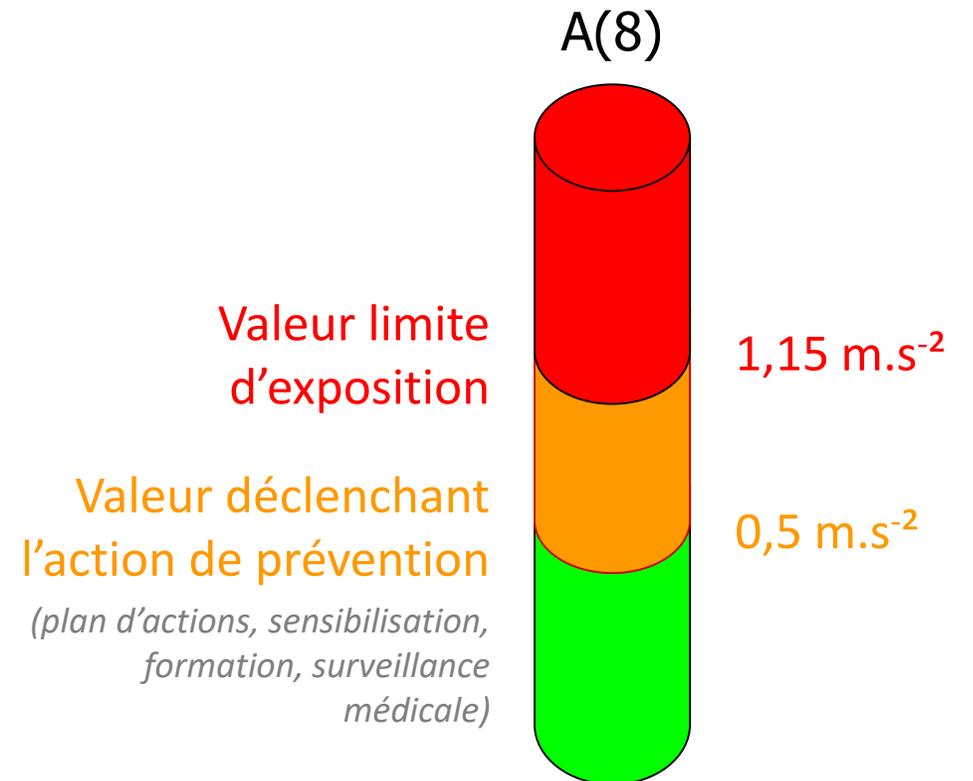


Fig.2 : Valeurs limites réglementaires

2. Exposition aux vibrations

• 2.1 Mesure de la valeur d'émission

- Norme ISO 2631-1
 - > Accélération équivalente
 - > $a_{eq} = f(\text{amplitude, direction, fréquence}) [m.s^{-2}]$



Fig.3 : Cupule accélérométrique



Fig.4 : Direction des vibrations

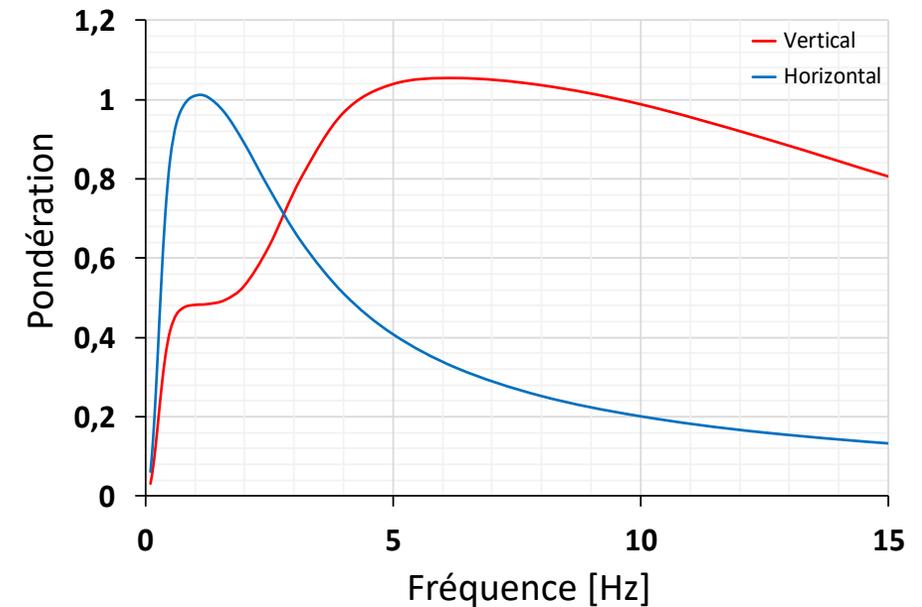


Fig.5 : Courbes de pondération fréquentielle

2. Exposition aux vibrations

- 2.2 Calcul de la valeur d'exposition

- Emission

- > Accélération équivalente

- > $a_{eq} [m.s^{-2}]$



- Exposition

- > Dose vibratoire journalière $[m.s^{-2}]$

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

où

T : Durée d'exposition [Heures]

T_0 : 8 heures



Fig.6 : $A(8) < 1,15 m.s^{-2}$



Fig.7 : $A(8) > 1,15 m.s^{-2}$

2. Exposition aux vibrations

- 2.3 Prise en compte de la posture

- Norme ISO 2631-1
 - > Position du corps importante
 - > Aucune préconisation à ce sujet
- Position peu représentative de l'activité des conducteurs
- Connaissances nécessaires pour une meilleure évaluation du risque

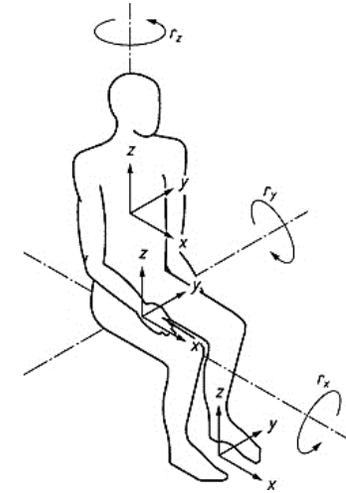


Fig.8 : Position assise, siège rigide, sans dossier



Fig.9 : Mouvements liés à la tâche de travail

3. Cartographie des postures

• 3.1. Position et des mouvements du corps

■ Mesures en entreprise (CARSAT)

- > 28 chargeuses
- > 28 chariots
- > 17 pelles à chenilles
- > etc.

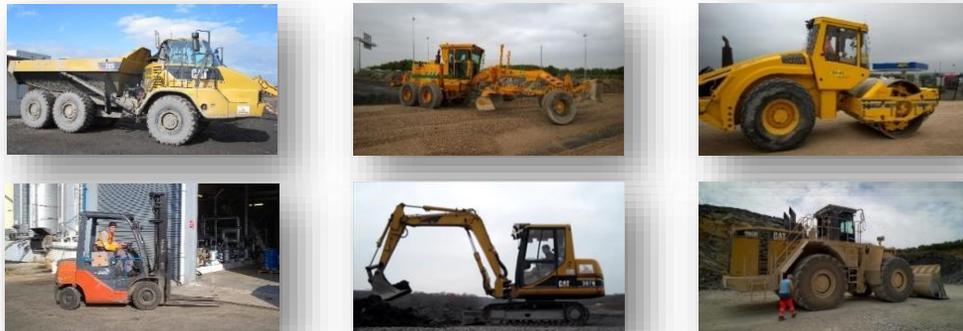


Fig.10 : Engins vibrants, tâches de travail typiques

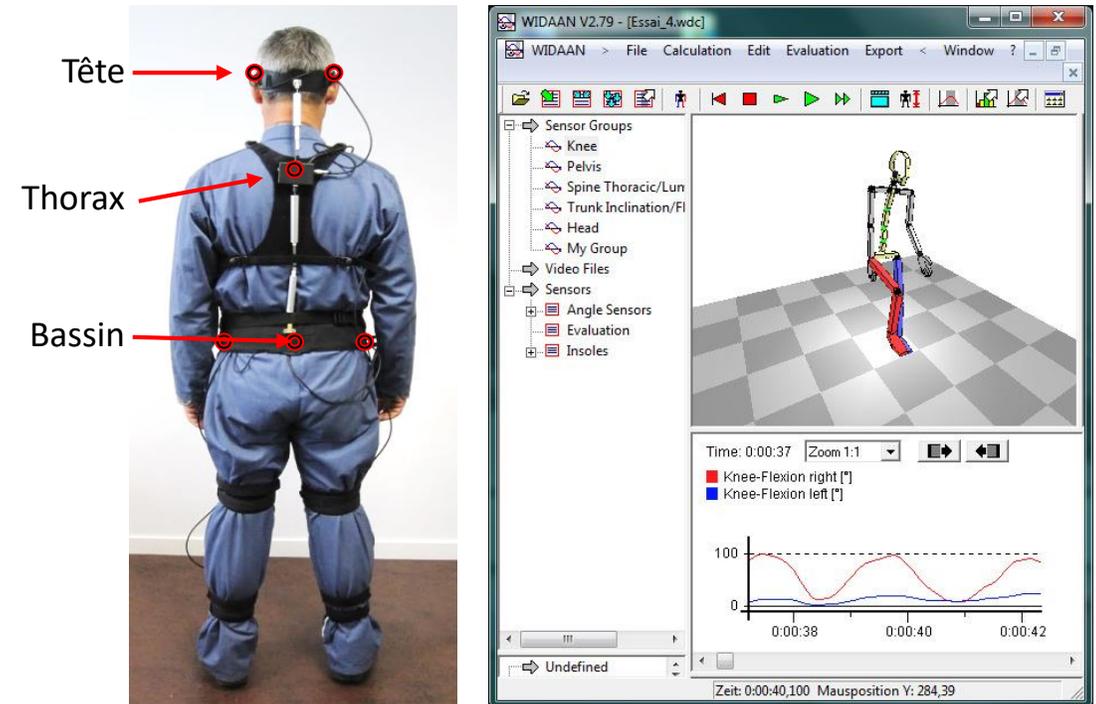


Fig.11 : Mesures de la position et des mouvements d'un conducteur

3. Cartographie des postures

• 3.2. Résultats

- Positions remarquables
 - > Lever la tête, se pencher
 - > Se retourner, etc.

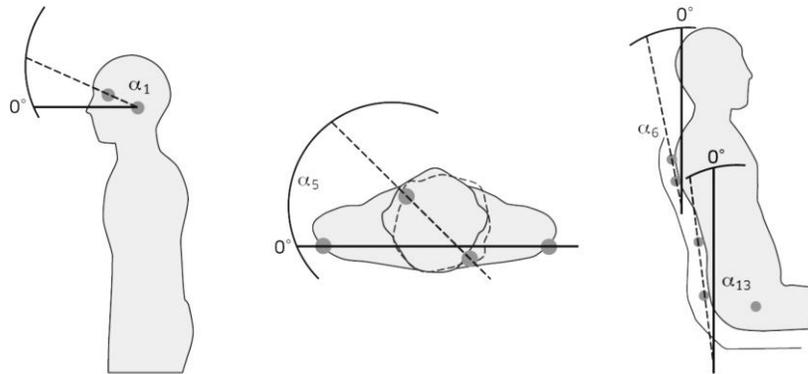


Fig.12 : Degrés de liberté pertinents pour l'évaluation du risque vibratoire

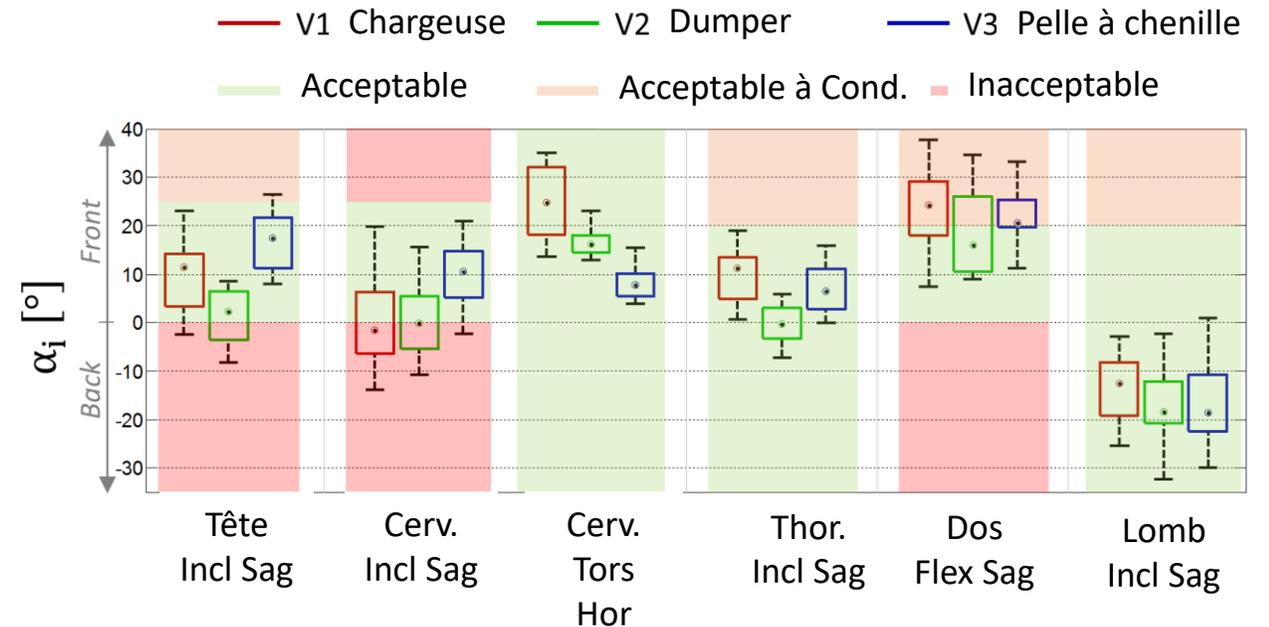


Fig.13 : Déviations angulaires moyennes mesurées par type d'engin

4. Réponse dynamique du corps

- 4.1 Expérience en laboratoire
 - Recherche biomédicale
 - Participation de sujets volontaires
 - Conditions contrôlées
 - > Vibrations
 - > Positions du corps



Fig.14 : Banc d'essai pour la mesure de la réponse dynamique du corps

4. Réponse dynamique du corps

• 4.2 Protocole expérimental

■ Mesure de grandeurs mécaniques

- > Forces F [N]
- > Accélérations a [$m.s^{-2}$]

■ Calcul de la masse apparente [Kg]

$$> M(f) = \frac{F(f)}{A(f)}$$

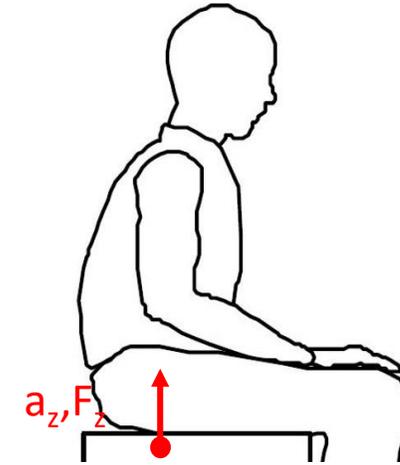


Fig.15 : Position « dos droit, tête droite »

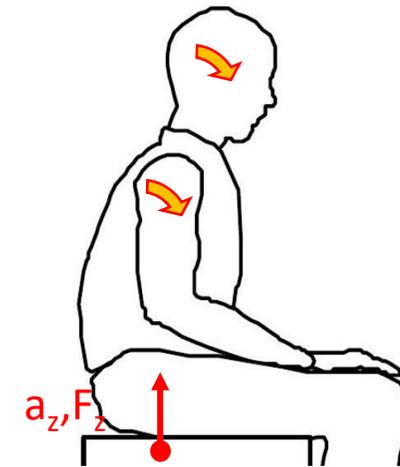
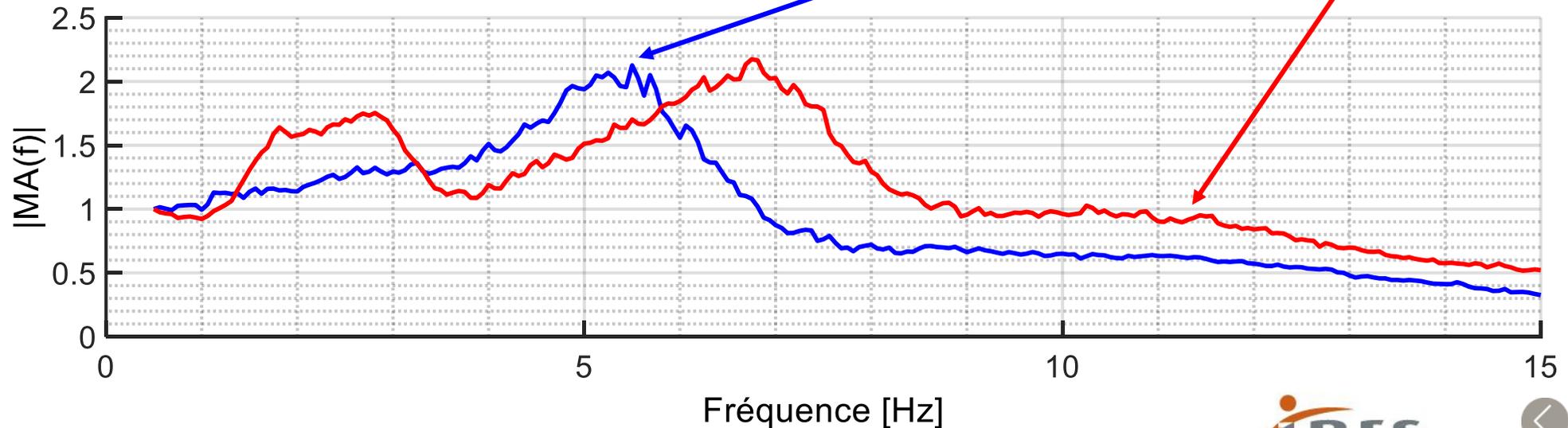
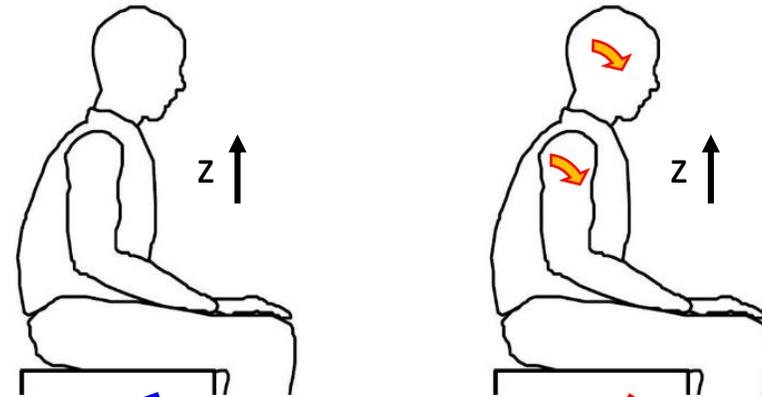


Fig.16 : Position « dos penché, tête penchée »

4. Réponse dynamique du corps

• 4.3 Effets de la position du corps

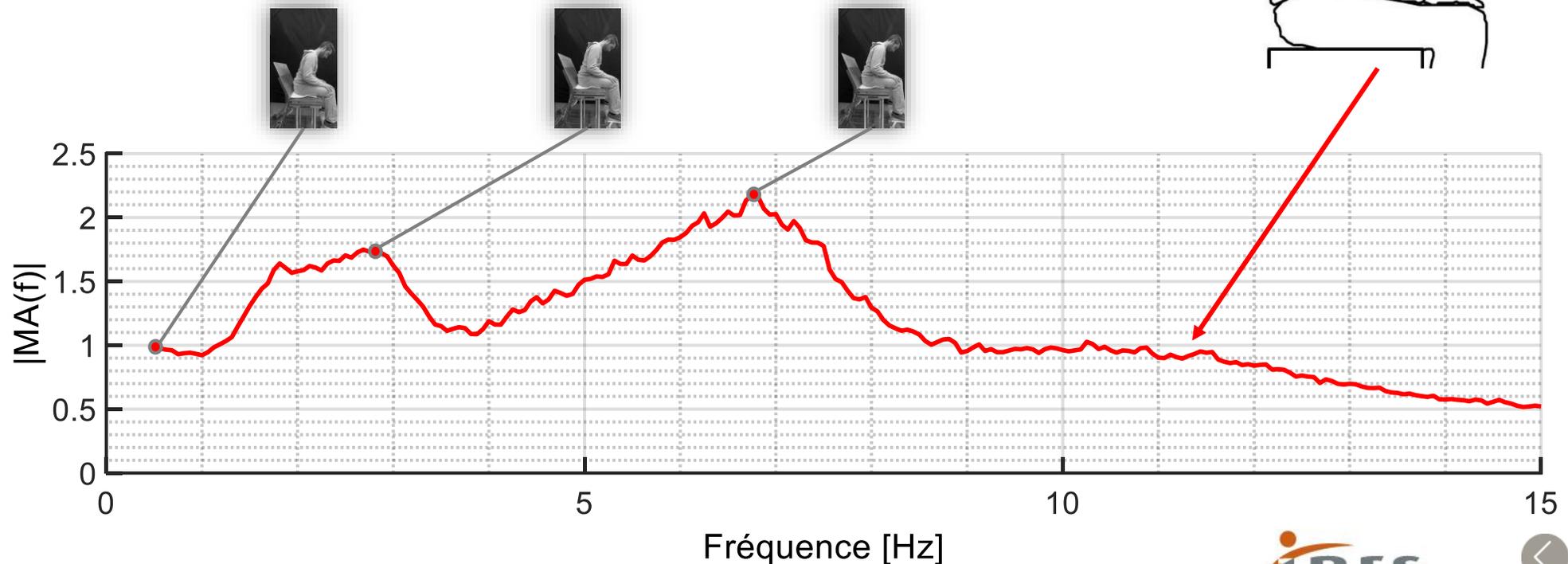
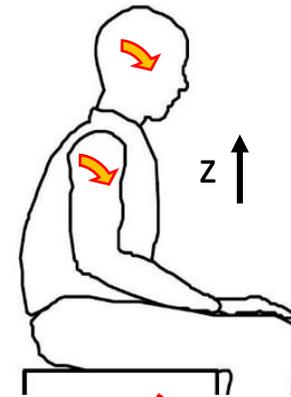
- Vibrations verticales
- MA(f) normalisée



4. Réponse dynamique du corps

- 4.4 Transmission des vibrations

- Mouvements relatifs des segments du corps
- Amplification à certaines fréquences (*modes*)



5. Conclusion

- Vers une évaluation plus complète du risque vibratoire
 - Poursuite des travaux de recherche
 - Développement d'une méthode d'évaluation combinée
 - Normalisation internationale
 - > ISO 2631
 - > ISO/TR 10687



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

Merci de votre attention



www.inrs.fr

YouTube

