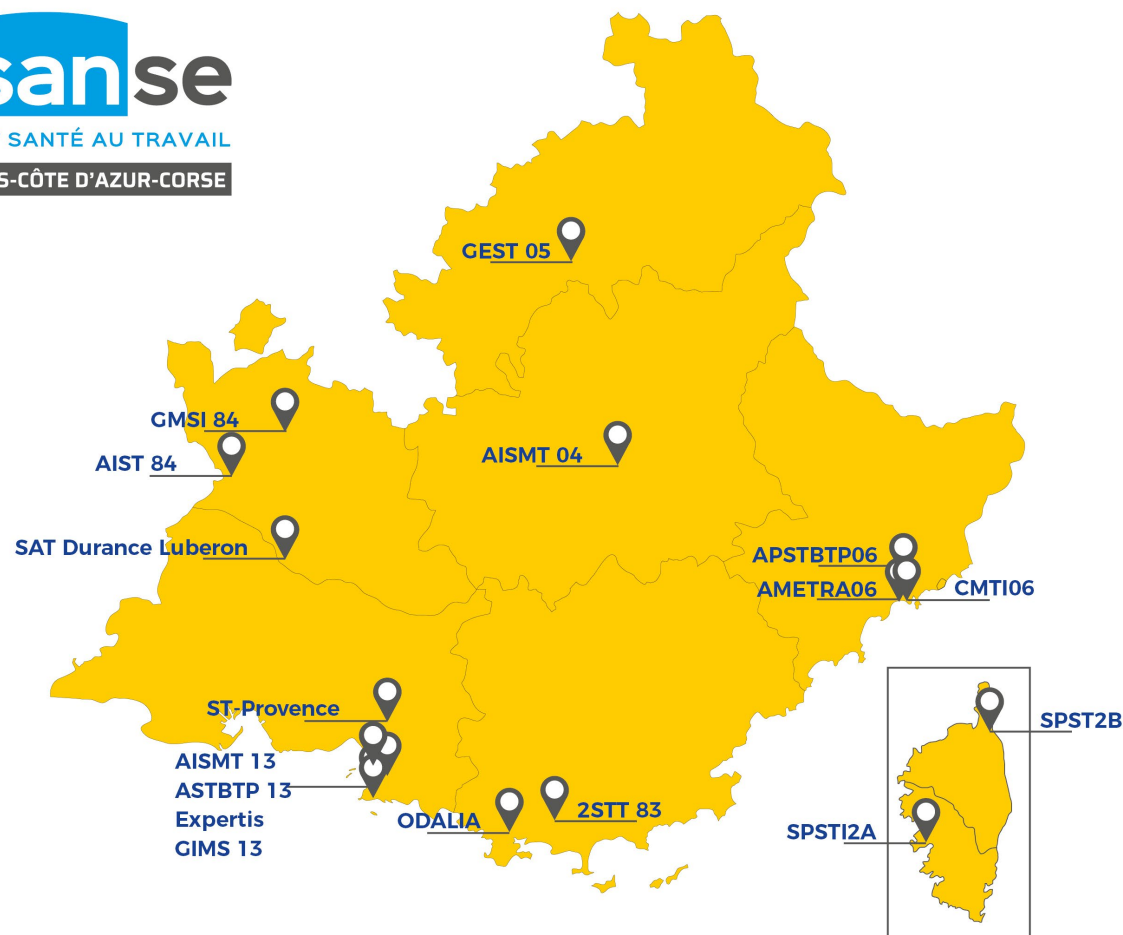


Comment prévenir les risques liés aux vibrations ?

Webinaire du 10 octobre 2024 – 45 mn de présentation + 15 mn pour vos questions

Webinaire du réseau Présanse Paca-Corse



Ce webinaire vous est proposé par le réseau Présanse Paca-Corse, qui regroupe 16 services de prévention et de santé au travail interentreprises de Paca et Corse, œuvrant pour 150 000 entreprises et plus d'1 million de salariés du secteur privé.

Retrouvez leurs coordonnées sur www.presanse-pacacorse.org (rubrique « Le Réseau »).

Le contenu de ce webinaire a été réalisé par les Services de Prévention et de Santé au Travail (SPSTi) :

**AIST 84,
AMETRA 06,
EXPERTIS,
SANTE AU TRAVAIL PROVENCE.**

Les intervenants

- Agnès DONAT
 - Technicienne en prévention chez EXPERTIS
- Emilie MARTINEZ
 - Technicienne Hygiène & Sécurité à l'AIST 84
- Erwan BOUTEILLER
 - Médecin du travail à l'AMETRA06
- Julie LERCARI
 - IPRP à SANTE AU TRAVAIL PROVENCE (STP)

Au programme ...

Introduction

Définitions

Réglementation

Effets sur la santé et conséquences

Évaluation du risque

Prévention

Étude de cas

Introduction

- En France, **plus de 5 % des salariés sont exposés à des vibrations** (2 millions de salariés).*
- Entre 2018 et 2022, ce sont **2 308 maladies professionnelles** liées à l'exposition aux vibrations qui ont été reconnues.**
- Beaucoup de **secteurs d'activité sont concernés** : la construction/BTP, l'agriculture, l'industrie, le transport/logistique, l'entretien des espaces verts...



*Source : INRS

**Source : L'Assurance maladie – Risques Professionnels – Rapport annuel 2022, éléments statistiques et financiers

En santé au travail, on distingue :

Les vibrations transmises au corps entiers

Conducteurs d'engins de chantiers, de camions ou tout véhicule transmettant des vibrations par le plancher ou le siège.



Opérateurs de salles de commande, salles des machines ou tout autre environnement générant des vibrations par le plancher ou le siège de travail.



Les vibrations transmises au système main-bras

Utilisateurs d'outillages électroportatifs ou tout équipement générant des vibrations pour les membres supérieurs.

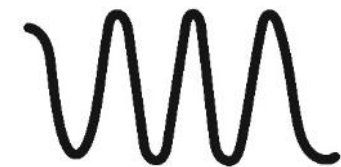


Définitions (1/2)

- Une vibration est une **oscillation d'un objet par rapport à un point fixe**.

Elle peut être générée par tout objet effectuant des mouvements continus ou répétitifs comme des outils, des engins roulants ou des machines tournantes.

Elle se propage aux personnes par tout **point de contact**, mais plus particulièrement par les mains, les pieds ou l'assise.



Caractéristiques des vibrations

→ La *fréquence*

Exprimée en Hertz, il s'agit du nombre de fois où l'objet oscille pendant 1 seconde.

Peut affecter la façon dont la vibration est transmise au corps.

→ L'*amplitude*

Exprimée en mètre (m), l'amplitude représente la distance entre les positions extrêmes du déplacement de l'objet vibrant.

Détermine principalement le pouvoir pathogène de la vibration.

Définitions (2/2)

Autre caractéristique à prendre en considération

→ L'accélération

Exprimée en m/s^2 , elle se calcule en fonction de l'amplitude et de la fréquence du mouvement de l'oscillation.



Pour l'évaluation du risque vibratoire en milieu du travail, il est nécessaire de calculer (ou d'estimer) la **dose vibratoire journalière**.

Appelée aussi **A(8)**, elle représente la valeur d'accélération ramenée à 8 heures de travail.

L'**exposition journalière A(8)** se calcule à partir de l'émission vibratoire (accélération équivalente) et la durée d'exposition, et ce pour chaque engin utilisé (dans le cas de multi-exposition).

$$\text{RISQUE} = \text{DANGER (accélération : } m/s^2) * \text{EXPOSITION (durée)}$$

Réglementation

- ✓ Directive « machines » 1989/392/CE et 2006/42/CE pour amener les **fabricants à concevoir des machines moins vibrantes** (et moins bruyantes) : déclaration des vibrations émises dans les notices techniques par exemple.
- ✓ Décret 2005-746 du 4 juillet 2005 - Articles R4441-1 à R4447-1 du Code du travail : **Obligation pour l'employeur** de prévenir le risque vibratoire avec notamment les valeurs seuils d'exposition journalière.

Valeur d'exposition journalière aux vibrations rapportée à une période de huit heures A(8)	Les vibrations transmises au corps entiers	Les vibrations transmises au système main-bras
Valeur d'exposition déclenchant l'action <i>Valeur déclenchant la mise en place de mesures techniques et organisationnelles pour réduire l'exposition</i>	0,5 m/s²	2,5 m/s²
Valeur limite d'exposition <i>Valeur limite à ne pas dépasser</i>	1,15 m/s²	5 m/s²

Depuis le 1^{er} septembre 2023, des actions spécifiques prévues par l'employeur (formations, reconversion...) peuvent être co-financées par le Fond d'Investissement dans la Prévention de l'Usure Professionnelle (FIPU).

[Quelles nouveautés avec le Fonds d'investissement dans la prévention de l'usure professionnelle ? | ameli.fr | Entreprise](#)

➔ Portail ouvert aux entreprises depuis le 18/03/2024 avec une implication des branches professionnelles pour la détermination des métiers concernés.

Les effets sur la santé et conséquences

Effets sur la santé

- 2 facteurs principaux :
 - **Amplitude** de la vibration (\approx accélération équivalente « Aeq »)
 - **Fréquence** de la vibration versus **fréquence de résonance** des tissus

CORPS ENTIER (< 0,5-80Hz)

« Mal de mer »
< 0,5 Hz

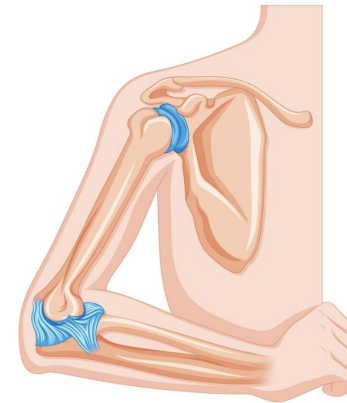


Rachis
4 à 5 Hz

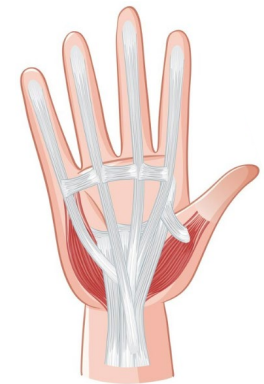


MEMBRES SUPÉRIEURS

Poignets, coudes, épaules
10 à 60 Hz



Système main-doigts
100-300 Hz



Krajnak K. 2018, *Journal of Toxicology and Environmental Health*
Patterson F. 2021, *Anima Models Exp Med*

Effets sur la santé : vibrations transmises aux membres supérieurs

- L'exposition répétée aux vibrations (10Hz-300Hz) est un facteur de risque d'apparition du **syndrome vibratoire mains bras** :
 - Atteinte du système nerveux
 - Atteinte du système vasculaire
 - Atteinte du système musculo tendineux
 - Atteinte du système articulaire et osseux

- MAIS PAS QUE...



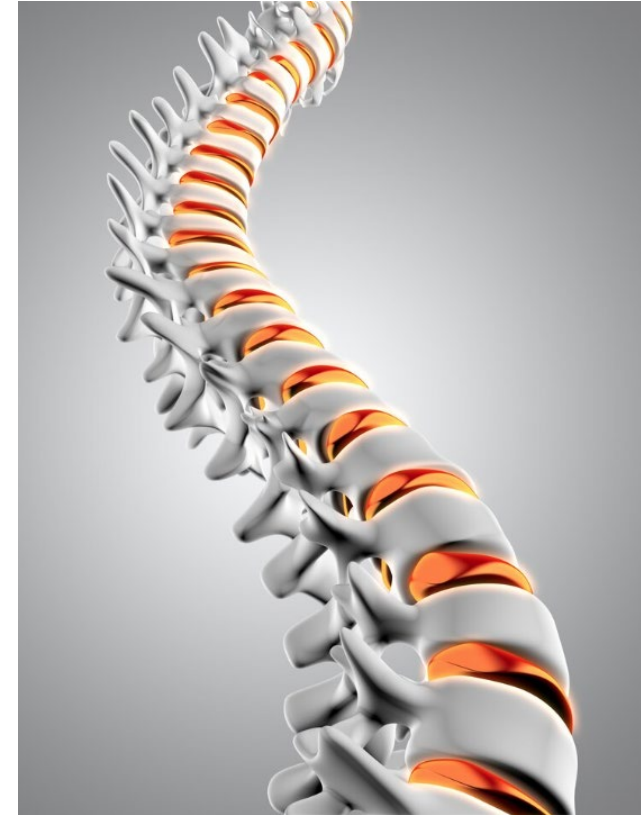
Krajnak K. 2018, *Journal of Toxicology and Environmental Health*

Palmer K. 2014, *Occup Environ Med*

Weier M. 2020, *Saf Health Work*

Effets sur la santé : vibrations transmises au corps entier

- L'exposition répétée aux vibrations corps entier est principalement un facteur de risque de **lombalgies** :
 - Atteinte des **disques** intervertébraux (inflammation, dégénérescence, sciaticques, crurales...)
 - Atteinte des **vertèbres** (remodelage)
 - Atteinte **musculaire** et **tendineuse**
- MAIS PAS QUE...



Krajnak K. 2018, *Journal of Toxicology and Environmental Health*
Patterson F. 2021, *Anima Models Exp Med*

Rôle des services de prévention et santé au travail

- **Prévention primaire**

- Repérage
- Analyse
- Conseil

Outils : Fiche d'entreprise, étude de poste et conditions de travail, évaluation du risque...

- **Dépistage en consultations**

- **Aide à la déclaration des maladies professionnelles (Art L461-6 du Code de la sécurité Sociale)**
- **Aptitude au poste de travail**

Maladies professionnelles et vibrations

■ Maladie professionnelle :

- Lien **direct** entre une exposition professionnelle répétée à un danger et une pathologie donnée
 - Système de **tableaux** établis par **décret** (conditions médicales, professionnelles, administratives)
 - **Présomption de l'origine** professionnelle
 - Instruction du dossier par la CPAM
- En 2022 : 38286 reconnaissances en maladie professionnelle au titre des TMS
- Arrêt maladie (72 millions de journées non travaillées en 2022)

■ Conséquences

- Impact psychologique pour le salarié et l'employeur
- Meilleure couverture sociale pendant l'arrêt et droit à réparation en cas de séquelles pour le salarié
- Risque d'inaptitude au poste du salarié et de désinsertion professionnelle
- Impact cotisation ATMP de l'employeur

Maladies professionnelles : tableau n°97 du RG

DÉSIGNATION DE LA MALADIE	DÉLAI DE PRISE EN CHARGE	LISTE LIMITATIVE DES TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CES MALADIES
<p>Sciatique par hernie discale L4-L5 ou L5-S1 avec atteinte radiculaire de topographie concordante.</p> <p>Radiculalgie crurale par hernie discale L2-L3 ou L3-L4 ou L4-L5, avec atteinte radiculaire de topographie concordante.</p>	6 mois (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans).	<p>Travaux exposant habituellement aux vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier :</p> <ul style="list-style-type: none">• par l'utilisation ou la conduite des engins et véhicules tout terrain : chargeuse, pelleteuse, chargeuse-pelleteuse, niveleuse, rouleau vibrant, camion tombereau, décapeuse, chariot élévateur, chargeuse sur pneus ou chenilleuse, bouteur, tracteur agricole ou forestier• par l'utilisation ou la conduite des engins et matériels industriels : chariot automoteur à conducteur porté, portique, pont roulant, grue de chantier, crible, concasseur, broyeur• par la conduite de tracteur routier et de camion monobloc

Vibrations :

Tableaux 69 et 97 du Régime général

Tableaux 29 et 57 du Régime agricole

Quid d'une maladie qui ne respecte pas tous les critères ?

Évaluation du risque

Suis-je concerné par ce risque dans mon entreprise ?

■ Identifier les situations d'exposition dans l'entreprise et effectuer un dépistage rapide :

- Expression de doléances par les salariés à l'équipe Santé/Travail
- Indicateurs mis en évidence par l'analyse des AT/MP et/ou la rédaction du DUERP
- Dépistage des situations d'exposition (observation du parc machine, durées d'utilisation, vitesse, état du sol, vétusté, posture contraignante...)

Évaluation du risque

Les vibrations rencontrées en milieu industriel peuvent être classées en 4 catégories :

- **Vibrations ou chocs produits par un processus de transformation : Intentionnellement créées, chocs répétés**
 - Trépan d'un marteau-piqueur, dents de la chaîne d'une tronçonneuse, godet d'une chargeuse, lame d'un bouteur... (c'est l'outil)
- **Vibrations liées aux modes de fonctionnement des machines et matériels : Forces alternatives non équilibrées, irrégularités du terrain ou du support sur lequel circulent les véhicules terrestres, aériens ou marins**
 - Machines-outils percutantes ou roto-percutantes, chariot élévateur circulant sur un sol irrégulier
- **Vibrations dues à des défauts de machines ou à de mauvais fonctionnements ou inhérentes à l'usure**
 - Défauts d'équilibrage des rotors, résonances mécaniques des tuyauteries, coups de bélier, frottements, imperfections d'usinage ou de montage, défauts de conception, d'utilisation, de fonctionnement, d'entretien
- **Vibrations résultant de phénomènes naturels : Aléatoires en fréquence, non permanentes**
 - Vent, séisme...



Vibrations = nuisances si transmises à l'environnement ou au travailleur

Évaluation du risque



Exemples : engins et outils placés en fonction de leur **amplitude vibratoire**, dans des conditions normales d'utilisation sur une journée de travail.

Ceux situés dans la zone verte exposent faiblement les utilisateurs aux vibrations.

Pour ceux situés en zones orange et rouge, il est nécessaire d'évaluer le **risque vibratoire**.

Évaluation du risque

- **Notice fabricant** : Évaluation simplifiée grâce aux données de référence ou données fabricants
- **Application en ligne OSEV (INRS)** : aider les entreprises à évaluer de manière simplifiée l'exposition des salariés aux vibrations
 - **Démarche** :
 1. Sélectionner un engin (manutention, transport, travaux publics) ou un outil (bois, espaces verts, métaux, construction-route, divers).
 2. Répondre aux différentes questions avec réponses proposées pour les conditions d'utilisation et la durée d'exposition.
 3. Résultats de l'évaluation du risque vibratoire et piste d'amélioration : génération d'un rapport.

Outil corps entier



Outil main / bras



Les + :

- Estimation rapide de l'exposition vibratoire journalière avec émission d'un rapport (résultats et pistes d'amélioration)
- Disponible gratuitement
- Méthodologique, intuitif, simple, préventif

Les - :

- Estimation de la dose selon les paramètres entrés dans le questionnaire (objectivité limitée)
- Ne prend pas en compte les environnements bruyants (salle des machines, salle de commandes), uniquement les engins et outillages

En cas de doute sur un résultat, vous pouvez faire appel à un organisme pour effectuer une mesure plus précise correspondant à la réalité du terrain.

Évaluation du risque

Matériels de mesure – Vibrations corps entier

Le mesurage des vibrations transmises au corps entier se fait grâce à un capteur (accéléromètre triaxial) placé dans une « cupule » qui est posée sur le siège, et sur laquelle le conducteur est assis.

Le capteur est relié à un analyseur qui enregistre toutes les secondes les accélérations sur les axes orthogonaux (les axes x et y sont horizontaux, l'axe z est vertical).

Le matériel est composé :

- ✓ d'une cupule contenant un **accéléromètre triaxial**, placée sur le siège du conducteur
- ✓ d'un **accéléromètre mono axial (axe z)**, placé sur le plancher de l'engin
- ✓ d'un **analyseur**, sur lequel les deux capteurs sont branchés, pour enregistrer les données

Méthode de mesurage définie par la norme NF EN 14253+A1 : 2008

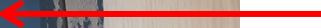
Analyseur



Accéléromètre monoaxial



Accéléromètre triaxial (cupule)



Exemple de matériel : Brüel et Kjær (modèle 4447)
Crédit photo : Santé au Travail Provence

Évaluation du risque

Matériels de mesure – Vibrations corps entier

Accéléromètre triaxial sur le siège conducteur



Crédit photo : Santé au Travail Provence

Accéléromètre (axe Z) au sol pour l'évaluation de l'amortissement du siège

Résultats obtenus des mesures de vibrations corps entiers

Poste de travail/engin utilisé	Temps de conduite sur la journée	Temps à partir duquel la valeur déclenchant l'action est dépassée (0,5 m/s ²)	Temps à partir duquel la valeur limite est dépassée (1,15 m/s ²)	A(8) mesuré en m/s ²
Conducteur Poids lourd routier	3h45	3h	8h	0,83

Rappel réglementaire sur 8h Valeur déclenchant les actions préventives = **0,5 m/s²**
Valeur Limite d'exposition = **1,15 m/s²**

Évaluation de l'amortissement du siège – Facteur SEAT (Seat Effective Amplitude Transmissibility)

C'est le rapport entre les vibrations verticales (axe z) mesurées sur le siège et les vibrations verticales mesurées au sol de l'engin.

⇒ SEAT < 1 : le siège **amortit les vibrations**. Il joue son rôle convenablement.

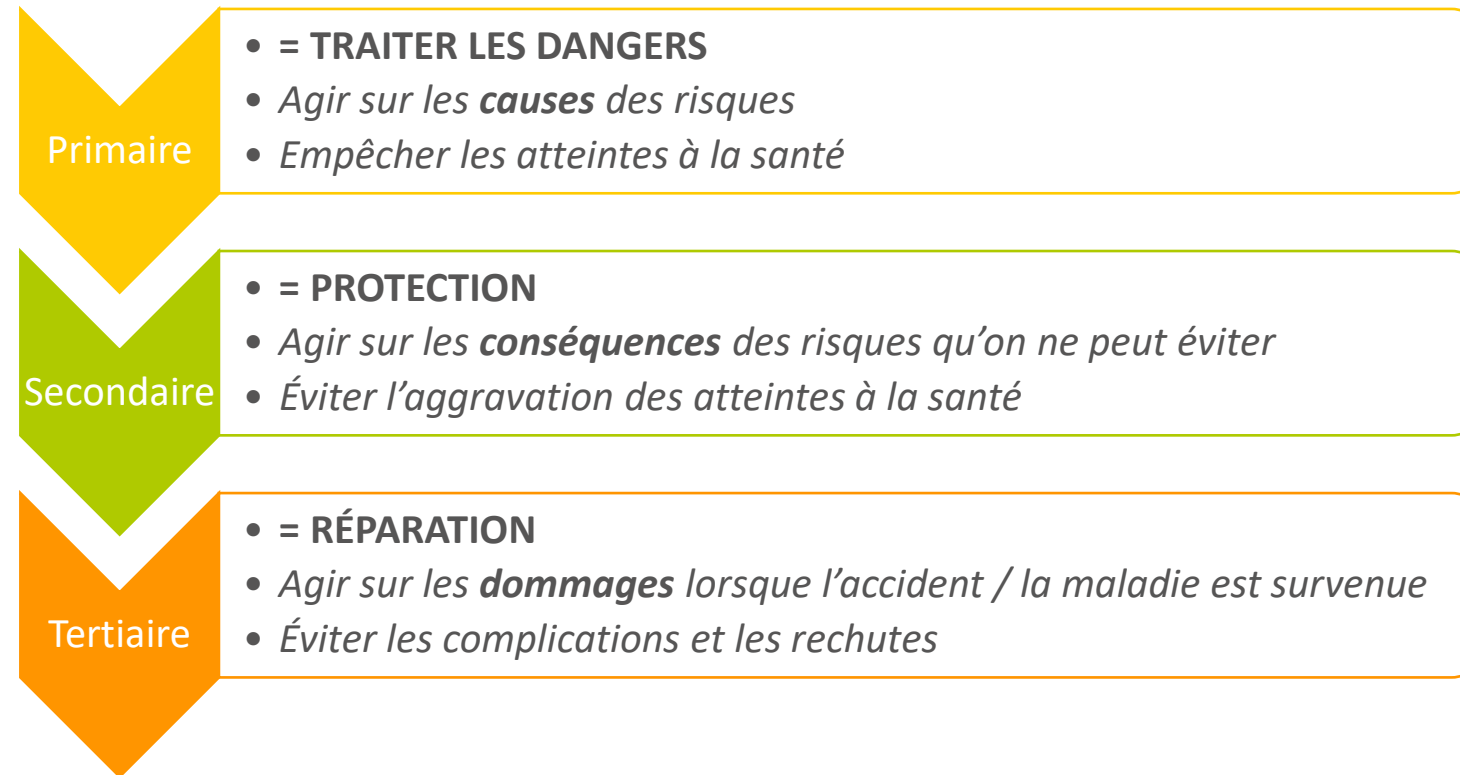
⇒ SEAT > 1 : le siège **n'amortit pas les vibrations** (voire les amplifie).

Axe Z Siège (m/s ²)	Axe Z Sol (m/s ²)	SEAT
0,85	1,2	0,7

Prévention et étude de cas

Prévention

- Définition de l'OMS : la **PRÉVENTION** est l'ensemble des mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps.
- 3 niveaux de prévention :



Les 9 principes généraux de Prévention



Article L4121-2 du Code du travail

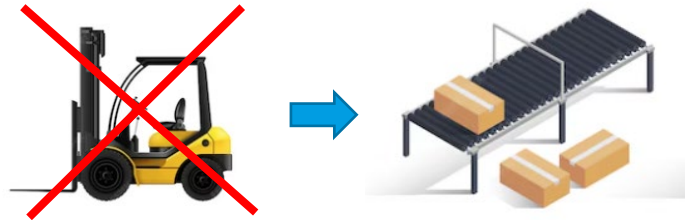
Prévention

Supprimer le risque

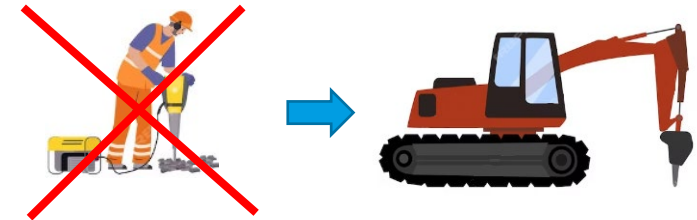
- Employer d'autres méthodes de travail pour supprimer ou réduire l'exposition à des vibrations.

- Exemple :

- Utiliser un convoyeur plutôt que des machines mobiles pour transporter des matériels ou palettes.



- Utiliser une pelle avec brise-roche plutôt que marteau-piqueur.



- Favoriser l'utilisation de matériel télécommandé ou filoguidé.



Prévention

Réduire le risque à la source

- Choisir un engin ou une technique le moins vibrant possible.
- Exemple :
 - Surveiller l'état des voies de circulation sur le site du travail.
 - Avant tout achat ou location d'engin, il est conseillé d'inclure une clause dans le cahier des charges concernant les vibrations (niveau le plus bas possible).

Extrait d'une fiche technique d'une meuleuse

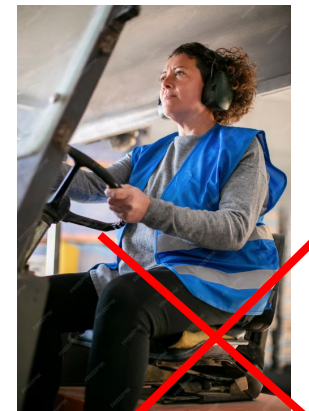
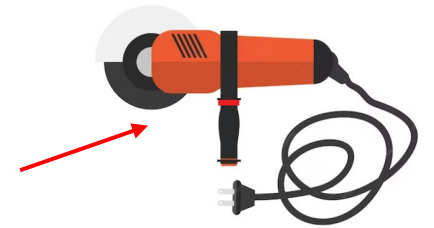
Meulage de surface		
Valeur d'émission de vibration $a_{h,AG} =$	m/s ²	4,4
Incertitude K =	m/s ²	1,5
<hr/>		
Ponçage au disque		
Valeur d'émission de vibration $a_{h,DS} =$	m/s ²	<2,5
Incertitude K =	m/s ²	1,7
<hr/>		

Le taux d'émission de vibrations indiqué dans ce feuillet informatif a été mesuré conformément à une méthode d'essai normalisé établie par EN60745, et peut être utilisé pour comparer un outil à un autre.

Prévention

Réduire la transmission des vibrations

- De nombreux fabricants équipent d'origine leurs machines de dispositifs de réduction des vibrations. Leur choix est à privilégier.
- Exemple :
 - Utiliser les dispositifs mis au point par le fabricant de la machine (poignées antivibratiles, système de compensation de balourd...).
 - Choisir un siège diminuant la transmission des vibrations au conducteur.
 - Ne pas négliger le choix des pneus : préférer des pneus gonflés aux pneus pleins car ils sont plus souples.
 - Mettre à disposition des gants anti-vibratiles.
- **La maintenance du matériel est indispensable pour assurer son efficacité.**



Prévention

Réduire la durée d'exposition

- Pour les véhicules, les machines et les situations de travail vibrantes, prévoyez une rotation des opérateurs et des conducteurs de façon à réduire leur durée d'exposition aux vibrations.
- Exemple :
 - Effectuer des permutations de postes ou intercaler des tâches non vibrantes : polyvalence des opérateurs.
 - Favoriser l'entraide entre travailleurs.
 - Organiser des pauses régulières dans la journée de travail.



Prévention

Former les opérateurs

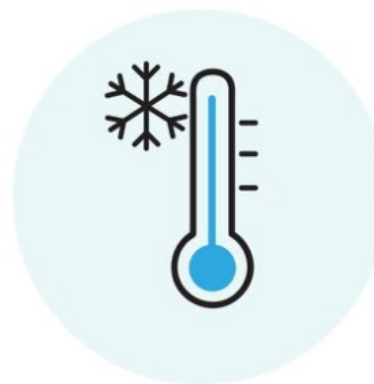
- Les moyens de prévention doivent être complétés par une formation des opérateurs afin que ces derniers participent activement aux actions de prévention.
- Exemple :
 - Inciter les salariés :
 - À ajuster le siège à leur poids et à leur taille.
 - À adapter la vitesse du véhicule à l'état des sols et des voies de circulation.
 - À signaler toutes dégradations des outils/engins.



Prévention

Tenir compte des autres facteurs de risques

- Outre la suppression ou la réduction de l'exposition aux vibrations, la démarche globale de prévention des risques professionnels doit tenir compte de l'ensemble des facteurs de risque professionnels.
- Une attention particulière doit être portée sur les risques aggravants liés au bruit, aux contraintes posturales, aux manutentions, aux gestes, aux facteurs de risques psychosociaux et au froid :
 - Les travaux au froid doivent être exécutés avec des gants.
 - Il est aussi important de conserver le corps au chaud grâce au port de vêtements appropriés.
 - Les poignées des machines doivent être revêtues d'un isolant thermique.



Étude de cas

- Origine de l'étude des vibrations : le médecin du travail a eu des doléances de TMS de la part des salariés d'une entreprise spécialisée dans la maintenance de wagons de marchandises :
 - Le mécanicien de maintenance des wagons est exposé aux vibrations transmises aux mains/bras lors de l'utilisation des meuleuses d'angles pneumatiques (2h30 par jour).
 - Le magasinier est exposé aux vibrations transmises au corps entier lors de l'utilisation du chariot élévateur 2,5T (7h par jour) pour approvisionner les ateliers.
- Réalisation d'une première estimation avec l'application en ligne OSEV de l'INRS
- Réalisation de mesurage par échantillonnage à l'aide de dosimètres de vibration composés d'un accéléromètre intégrateur avec capteur tri-axial (intégré dans des gants pour le main bras et sur une assiette placée sur le siège du chariot pour le corps entier)



Étude de cas

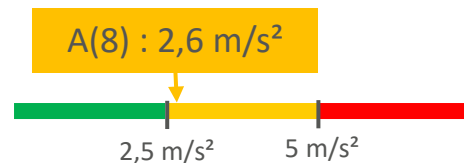
- Évaluation de l'exposition aux vibrations mains-bras sur le poste de mécanicien wagon lors de l'utilisation de la meuleuse d'angle pneumatique :

Application en ligne OSEV mains/bras de l'INRS

Critères sélectionnés :

- Outil adapté à la tâche
- Sans système antivibratoire
- Entretien suivi
- Opérateur formé
- Pression conforme
- 2h30 d'exposition par jour

Résultats de la dose vibratoire journalière estimée :



Métrologie

Résultats des mesurages :

Valeur d'exposition journalière A(8)	Durée d'exposition journalière	Durée d'exposition journalière déclenchant l'action de prévention (2,5 m/s²)
3,706 m/s²	2h30	1h14

Axes d'amélioration proposés

- Alternance des tâches et réduction du temps d'exposition
- Installation d'une poignée antivibratile
- Choix d'un équipement le moins vibrant possible lors du renouvellement des meuleuses
- Formation des salariés

Étude de cas

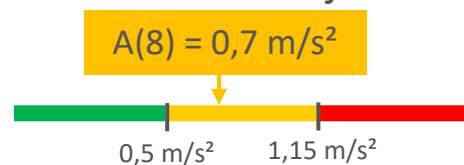
- Évaluation de l'exposition aux vibrations corps entier sur le poste de magasinier lors de l'utilisation du chariot élévateur 2,5T :

Application en ligne OSEV corps entier de l'INRS

Critères sélectionnés :

- Sol présentant des obstacles
- Vitesse non limitée
- Chariot adapté au terrain
- Siège adapté au chariot (siège d'origine)
- Siège en bon état
- Salarié formé
- Conduite nerveuse
- 7h d'exposition par jour

Résultats de la dose vibratoire journalière estimée :



Métrie

Résultats des mesurages :

Valeur d'exposition journalière A(8)	Durée d'exposition journalière	Durée d'exposition journalière déclenchant l'action de prévention ($0,5 \text{ m/s}^2$)
0,962 m/s^2	7h	1h53

Axes d'amélioration proposés

- Améliorer l'état du sol : goudronner les allées de circulation
- Alternance des tâches : réduction du temps d'exposition
- Formation des salariés sur la conduite souple et le réglage correct du siège + port ceinture de sécurité

Posez vos questions !

15 minutes de questions/réponses

Retrouvez replay et support sur notre site web !

- www.presanse-pacacorse.org
- Rubrique « Ressources », filtre « Type de document/Webinaire »

The screenshot displays the 'Ressources' page on the Présanse website. The navigation bar at the top includes 'Présanse Paca-Corse', 'Santé au travail', 'Ressources' (highlighted with a red box), 'Le réseau', 'Actualités', 'Agenda', 'Especi Emploi', and 'Quiz prévention'. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads 'Accueil > Ressources'. The main heading is 'Ressources' with '11 résultats' displayed. A grid of 10 webinar replay cards is shown, each with a thumbnail, title, and date. The search filters on the right include 'Recherche libre', 'Public' (Employeurs: 3, Employeurs et salariés: 8), 'Type de document' (highlighted with a red box, showing 'Webinaire - Replay et support PDF' with 11 results), and 'Date de publication'.

Retrouvez-nous sur     

présanse

PRÉVENTION ET SANTÉ AU TRAVAIL

PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR-CORSE

www.presanse-pacacorse.org

Merci de votre attention !