



DOSSIER
RISQUE "VIBRATIONS"
EN ENTREPRISE





Le risque « vibrations » en entreprise

Mini conférence-débat organisée dans le cadre de la convention de partenariat entre le service de Santé au Travail de Saint-Malo et l'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics

Fabrice MARTINE
Médecin du travail (STSM)



PATHOLOGIES LIEES AUX VIBRATIONS

Les vibrations sont responsables d'atteintes articulaires, vasculaires et nerveuses des membres supérieurs lors de l'utilisation d'outils vibrants, ainsi que d'atteintes de la colonne vertébrale liées à la conduite de véhicules et d'engins roulants : douleurs lombaires, dorsales et cervicales, hernies discales, ainsi que leurs conséquences sciatiques et cruralgies.

La survenue et la gravité de ces pathologies dépend de la dose de vibrations reçue, quotidienne et cumulée au cours de l'exercice professionnel, ainsi que du type de vibrations. En effet, ces dernières sont caractérisées par différents paramètres : la fréquence (nombre d'oscillations par seconde, exprimée en hertz), l'amplitude (distance parcourue autour du point d'équilibre) et l'accélération (variation de la vitesse autour de ce même point d'équilibre).

La fréquence des vibrations reçues orientera vers les différentes atteintes citées plus haut : entre 25 et 50 hertz, celle des outils percutants on verra apparaître des pathologies osseuses et articulaires ; entre 50 et 200 hertz pour les machines rotatives, des atteintes vasculaires et

nerveuses ; et enfin, au-delà de 300 hertz pour les petits outils tournant à de hautes vitesses, œdèmes et troubles de la sensibilité.

Entre 25 et 50 hertz, sur les engins roulants, elles génèrent des atteintes de la colonne vertébrale.

Les fortes accélérations sont un facteur de gravité, et en pratique les valeurs limites d'exposition et les mesures réalisées sont exprimées en accélération.

Pathologies vasculaires du système main-bras :

Le syndrome de Raynaud est une modification de la circulation sanguine des doigts évoluant selon une séquence toujours identique, avec un arrêt de la circulation par constriction des artérioles, responsable d'un aspect de doigts blancs cireux, suivi d'une phase douloureuse de rougeurs et d'œdèmes lors de la reprise de la circulation. Le froid est le facteur déclenchant essentiel, souvent par exposition des mains au froid, mais parfois lors d'une sensation générale de froid, ou lors d'une exposition de la face ou du front.

Une complication possible est la survenue de nécrose de la pulpe du doigt par défaut d'irrigation prolongé.

On la retrouve souvent associée à d'autres pathologies des membres supérieurs causées par les vibrations.

Il existe d'autres causes à ce syndrome : collagénoses (maladies de type auto-immunes touchant plusieurs organes), leucémies, toxique (ergot de seigle), forme vasculaire du syndrome du canal carpien. Lorsqu'il est isolé, sans cause retrouvée, il prend le nom de Maladie de Raynaud.

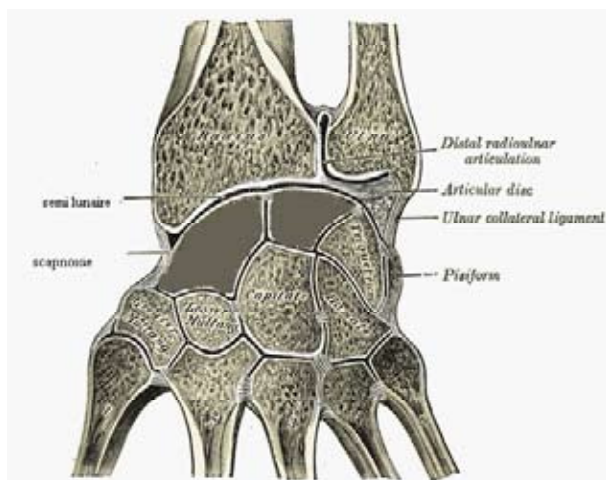
La neuropathie des vibrations se manifeste sous la forme de troubles de la sensibilité des doigts, difficultés à l'exécution de gestes fins, fourmillements des mains, éventuellement associés à un phénomène de Raynaud.

Le syndrome du marteau hypothénar tient une place à part car plutôt lié à la répétition de chocs sur le talon de la main. Il est dû à la présence d'un anévrysme (dilatation d'une artère) et/ou d'une thrombose (caillot sanguin) d'une artère de la main, et se manifeste par des anomalies de la circulation sanguine de la main, dont le syndrome de

Raynaud. Une obstruction complète d'une artère digitale par migration d'un caillot est possible ce qui en fait sa gravité.

Pathologies ostéo-articulaires du système main-bras :

L'Ostéonécrose du semi-lunaire (Maladie de Kienboch) et du scaphoïde (Maladie de Kohler), sont deux atteintes du poignet dues à la mort d'un os du carpe. Elles se révèlent par des douleurs et une limitation de la mobilité de l'articulation du poignet. Le diagnostic est fait par la radiologie. Le traitement est chirurgical, sous la forme d'une arthrodèse, c'est-à-dire une immobilisation définitive du poignet.



L'arthrose hyperostotante du coude se manifeste par une diminution de la mobilité du coude, peu douloureuse, liée à une calcification des structures entourant l'articulation du coude (ligaments, capsule...) avec peu ou pas de lésions d'arthrose classique (destruction des surfaces articulaires, ostéophytes...), ce qui explique son caractère indolent.

Par ailleurs, l'utilisation d'outils vibrants favorise la survenue de troubles musculo-squelettiques du membre supérieur tels que les tendinites du poignet, du coude ainsi que de l'épaule, la compression du nerf médian au niveau du poignet (syndrome du canal carpien), ainsi que l'arthrose (coude, poignet, épaule).

Les pathologies dues aux vibrations transmises au corps entier sont essentiellement des atteintes de la colonne vertébrale retrouvées chez les conducteurs d'engins ou de poids lourds, douleurs (cervicales, dorsales et lombaires), hernies discales et leurs conséquences, sciatiques et cruralgies.

Les vibrations sont responsables de micro-déplacements dans toutes les directions de l'espace, créant ainsi des forces de compression et de cisaillement qui vont détériorer la surface articulaire de la vertèbre, favoriser la dégénérescence du disque intervertébral et sa rupture

qui participera à la formation de la hernie discale.

Si cette dernière comprime une racine nerveuse, elle sera à l'origine d'une sciatique (espace intervertébral situé entre les quatrième et cinquième vertèbres lombaires ou entre la cinquième lombaire et première vertèbre sacrée), ou d'une cruralgie (deuxième et troisième ou troisième et quatrième vertèbres lombaires). Il s'agit de douleurs linéaires du membre inférieur, dont le trajet dépend de la topographie de la hernie discale.

Sciatique et cruralgies par hernie discale confirmée radiologiquement, arthrose du coude, ostéonécroses, troubles angioneurotiques, syndrome du marteau hypothénar figurent dans les tableaux n° 97 et 69 des maladies professionnelles.

Pour d'autres fréquences (de 2 à 30 hertz) et pour terminer, les vibrations transmises au corps entier provoquent la cinétose ou mal des transports, difficultés de lecture et gêne respiratoire.

Bernard BIBOLLET
Chef de projets OPPBTP

En France, parmi les 19 millions de travailleurs, nombreux sont ceux qui sont exposés aux vibrations mécaniques. Les vibrations mécaniques sont à l'origine d'accidents du travail et de maladies professionnelles.

DEFINITION : Les vibrations mécaniques sont des mouvements rapides de va-et-vient exécutés par l'ensemble des molécules d'un corps autour d'une position d'équilibre. Ces mouvements s'exercent dans différentes directions, ils sont en général imperceptibles à l'œil du fait de leur rapidité et de leur faible déplacement.

Dès qu'un opérateur est en contact avec un objet vibrant, des vibrations lui sont transmises. Les vibrations peuvent produire des effets sur le corps entier ou sur une partie, notamment les membres supérieurs (bras et mains).

Les effets des vibrations mécaniques dépendent des facteurs suivants : fréquence, amplitude, direction, posture du corps (debout ou assis), durée d'exposition, efforts exercés par l'opérateur et chocs accompagnant les vibrations

FACTEURS DES VIBRATIONS

La fréquence : c'est, en une seconde, le nombre de fois où le corps vibrant se déplace dans une direction et revient en position initiale : la fréquence s'exprime en Hertz (Hz).

L'amplitude : la vibration entraîne le déplacement d'un corps sur la même distance, dans une direction puis dans la direction opposée, à partir de la position qu'il occupe au

repos, avec une vitesse comprise entre 0 et une valeur maxi. **L'accélération** traduit la variation plus ou moins rapide de la vitesse, c'est cette accélération qu'on désigne généralement comme amplitude de la vibration, elle s'exprime en m/s^2 .

Un déplacement de 1 mm correspond à une faible accélération pour les basses fréquences, à une très forte accélération pour les fréquences élevées.

La direction : les vibrations se transmettent au corps selon 3 axes : - Z: axe vertical pied-tête corps debout ou siège-tête corps assis - X: axe antéro-postérieur - Y: axe droite-gauche. Ces axes existent au niveau des mains, selon les différentes positions de la main.

La posture du corps humain : du point de vue mécanique, chaque organe est assimilable à une masse suspendue à un ressort, et chacun amortit différemment la vibration selon son degré de raideur.

La durée d'exposition : plus les opérateurs sont exposés longtemps, à des niveaux d'amplitude élevés, plus ils ont de risque de souffrir. Une fois qu'une personne commence à souffrir, l'exposition aux vibrations ne peut qu'accroître la douleur : les vibrations sont la cause de TMS.

Les efforts exercés par l'opérateur : la force avec laquelle une personne serre manuellement un outil influe sur la quantité d'énergie de vibration transmise aux mains.

Les chocs accompagnant les vibrations : les chocs s'ajoutent aux amplitudes des vibrations : c'est le cas par exemple d'un véhicule roulant sur une piste dégradée avec des nids de poule.

LES EFFETS SUR LE CORPS HUMAIN

- **De 0,7 à 100 Hz** : Fréquences des vibrations des véhicules ou des machines pénétrant par les pieds, le siège et/ou le dos et affectant l'ensemble du corps (en particulier la colonne vertébrale).

Exemple de véhicules générant de telles fréquences: engins de chantier de BTP, chariots automoteurs à conducteur porté, camions poids lourds.

- **De 5 à 1500 Hz** : Fréquences des vibrations des machines vibrantes transmises par les mains et affectant essentiellement les membres supérieurs (mains et bras).

Exemple d'outils portatifs générant de telles fréquences: marteaux piqueurs, burineurs, perceuses, meuleuses, scies à chaîne, clouteuses.

En agissant sur le conducteur, les vibrations affectent l'ensemble du corps humain, elles peuvent : causer un inconfort, affecter les performances, aggraver des désordres pré-existants au niveau du dos et entraîner des lombalgies et des microtraumatismes de la colonne vertébrale. Les vibrations transmises aux mains et aux bras peuvent entraîner des troubles vasculaires (troubles amplifiés par le froid et l'humidité), des lésions ostéo-articulaires et des troubles neurologiques ou musculaires

EVALUATION DES RISQUES

Identification des risques : identifier les machines et les équipements exposant le travailleur à des vibrations mécaniques.

Valeur d'exposition journalière aux vibrations et déclenchement de l'action de prévention : L'exposition aux vibrations mécaniques est caractérisée par la valeur de l'exposition journalière rapportée à une période de référence de 8 heures. L'exposition journalière aux vibrations est le résultat d'un calcul qui combine la valeur de l'amplitude des vibrations, la valeur de la durée d'exposition et une pondération selon la direction de la vibration (Code du travail art. R. 4441-2 et arrêté du 6 juillet 2005)

L'amplitude de la vibration d'une machine, exprimée en valeur d'accélération, peut être mesurée ou indiquée par le fabricant dans la notice d'instructions. On trouve également sur Internet des bases de données d'organismes européens relatives à ces valeurs.

Voici quelques ordres de grandeur (source SOBANE)

Engins de travaux publics : Pelle : moy. $0,6 m/s^2$ - maxi $1,9 m/s^2$; Poussoir : moy. $0,7 m/s^2$ - maxi $2 m/s^2$; Rouleau vibrant : moy. $0,8 m/s^2$ - maxi $1,5 m/s^2$;

Véhicules : Pick-up 4 x 4 sur route en mauvais état : moy. $0,5 m/s^2$ - maxi $1 m/s^2$;

Outillage portatif : Tronçonneuse suspendue, poignée avant : moy. $7,3 m/s^2$ - maxi $14,6 m/s^2$, poignée arrière : moy. $12,9 m/s^2$ - maxi $24,1 m/s^2$; Meuleuse : moy. $6 m/s^2$ - maxi $17,6 m/s^2$; Marteau piqueur : moy. $11,5 m/s^2$ - maxi $30,0 m/s^2$.

Le calcul de la valeur de l'exposition journalière peut être fait commodément grâce à la méthode « simplifiée ». Cette méthode, non exposée dans le cadre de la présentation, consiste à déterminer pour un opérateur, et pour chaque machine utilisée, le nombre de points d'exposition sur une durée de 8 heures : la valeur d'exposition journalière est la somme de ces points.

En fonction du nombre de points obtenu, un abaque permet de vérifier s'il y a lieu de déclencher l'action de prévention prévue par le Code du travail (Code du travail art. R. 4443-2), c'est-à-dire : $0,5 m/s^2$ pour les vibrations transmises à l'ensemble du corps, $2,5 m/s^2$ pour les vibrations transmises aux mains et aux bras.

Rappel réglementaire : « L'exposition journalière d'un travailleur aux vibrations mécaniques, rapportée à une période de référence de 8 heures, ne peut dépasser les valeurs limites d'exposition suivantes : $5 m/s^2$ pour les vibrations transmises aux mains et aux bras et $1,15 m/s^2$ pour les vibrations transmises à l'ensemble du corps. » (Art. R. 4443-2 du Code du travail)

Document unique : L'évaluation des risques liés aux vibrations mécaniques est insérée dans le document unique de l'entreprise.

PREVENTION DES RISQUES

Les machines mises sur le marché européen doivent être conformes aux exigences de santé et de sécurité de la directive * « machines », et notamment :

« La machine doit être conçue et construite de manière à ce que les risques résultant des vibrations produites par la machine soient réduits au niveau le plus bas, compte tenu du progrès technique et de la disponibilité de moyens permettant de réduire les vibrations, notamment à la source. Le niveau de vibration peut être évalué par rapport à des données comparatives d'émissions relatives à des machines similaires. »

* Directive n° 89-392/CE applicable depuis le 1er janvier 2005, remplacée par directive 98/37/CE, puis 2006/42/CE à compter du 29/12/2009.

Les principes généraux de base sont :

Réduire les vibrations à la source - Réduire les transmissions des vibrations à l'opérateur - Réduire la durée d'exposition - Réduire les efforts lors de l'utilisation des outils vibrants - Entretenir les équipements selon les indications de la notice d'instructions - Aménager les postes de travail ou de conduite - Se prémunir du froid et de l'humidité - Utiliser des commandes à distance.

Vibrations affectant le corps entier

Ce sont principalement les conducteurs d'engins qui sont concernés. **Les conditions de roulage** sont responsables en grande partie des vibrations des engins roulants. Elles peuvent être améliorées, en premier lieu, en réduisant les inégalités des surfaces de circulation, en répartissant correctement les chargements et en adaptant la vitesse à l'état de la surface de circulation.

Pour les engins munis de roues, la qualité des pneus est un facteur qui influence la transmission des vibrations. Les pneus sont adaptés par construction à l'engin et aux conditions générales de travail. Les pneus gonflables à l'air permettent d'obtenir une raideur adaptée au terrain. La notice d'instruction indique les pressions de gonflage en fonction du type de terrain ainsi que les consignes de maintenance.

Un **système de suspension** est une solution qui permet de filtrer certaines fréquences de vibrations. La suspension doit être appropriée à la masse qu'elle doit supporter, sous peine d'être écrasée et inefficace et doit être appropriée aux fréquences à filtrer. **Sur les engins, on trouve des suspensions à différents niveaux** : certains systèmes de suspension de châssis sont à raideur variable, comme les systèmes pneumatiques avec vérin à air gonflable. Dans ce cas, la suspension est adaptable à la masse transportée et aux conditions de roulage. Les cabines suspendues sont efficaces pour réduire les vibrations de basses fréquences (< 10 Hz) transmises au conducteur. Exemple de grandeur de fréquence générée pour un tracteur routier : cabine non

suspendue 2 à 3 Hz et cabine suspendue 1,5 à 3 Hz. Le siège est le dernier rempart pour le conducteur. La plupart des sièges atténuent les vibrations au-delà de 5 Hz. Peu de sièges donnent une atténuation importante en dessous de 4 Hz. Un siège dit « ergonomique » n'atténue pas forcément les vibrations. Un siège « antivibrations » peut être efficace sur un engin, et contre efficace sur un autre. Il faut choisir des sièges avec 4 réglages possibles : poids, ajustement AV, AR, hauteur et inclinaison du dossier et former le conducteur au réglage du siège.

Vibrations affectant les membres supérieurs

Il s'agit des vibrations de haute fréquence, supérieure à 200 Hz, fréquemment atteintes avec les outils électroportatifs tels que meuleuses, perceuses, tronçonneuses, ou pneumatiques comme les marteaux piqueurs et les burineurs.

Ces vibrations sont indispensables au bon fonctionnement et à l'efficacité de ces outils.

Le découplage entre la source d'énergie excitatrice et les mains par un **système de suspension** est la solution qui permet de réduire les vibrations. Il s'agit de la suspension par des poignées antivibrations, de la suspension de l'outil au niveau du système de frappe et du port de gants antivibratiles.

Il est primordial que l'outil de travail (meule, burin, foret, etc.) soit de bonne qualité et en bon état.

Les poignées antivibrations sont montées en général sur la plupart des outils électro-portatifs des gammes « professionnelles ».

La suspension d'un outil permet à l'opérateur de s'affranchir du poids de l'outil et de le guider à l'aide d'une poignée isolée de la machine

L'utilisation de gants antivibrations n'est pas un moyen toujours efficace pour réduire les vibrations transmises aux membres supérieurs. Les gants actuellement sur le marché sont composés d'un revêtement en matériau polymère qui amortit les vibrations de basses fréquences, alors que les vibrations transmises par les membres supérieurs sont des vibrations de fréquences supérieures à 80 Hz. Par contre le port des gants est efficace pour protéger les mains, pour répartir la force sur la poignée de l'outil et l'avoir bien en main, et pour conserver les mains au chaud.

EN CONCLUSION

L'efficacité des moyens mis en œuvre pour réduire la transmission des vibrations au corps humain sur les engins et lors de l'utilisation d'outils électro-portatifs est globalement liée à 3 points : l'adéquation des matériels en fonction de l'environnement, la qualité de conception des équipements installés sur ces matériels pour supprimer ou réduire la transmission des vibrations et le maintien en bon état des équipements.

**Et pour retrouver toutes ces informations
et bien d'autres encore concernant
le Service de Santé au Travail du Pays de Saint-Malo ...**

www.stsm35.net



Siège social Saint-Malo
4-6 rue Augustin Fresnel
BP 154
35408 SAINT-MALO

Tél : 02.99.81.12.22
Fax : 02.99.82.07.05

Centre annexe Dinard
2 rue Raphaël Veil
35800 DINARD

Tél : 02.99.46.13.36
Fax : 02.99.16.99.63

Centre annexe Dol
7 bis Bd Deminiac
35120 DOL-de-BRETAGNE

Tél : 02.99.48.22.62
Fax : 02.99.80.91.32