

Les effets des vibrations mécaniques transmises aux membres supérieurs

P. Donati,
INRS,
Département IET,
Avenue de Bourgogne,
BP 27,
54501 Vandœuvre CEDEX,
France,
e-mail : donati@inrs.fr

Une exposition régulière aux vibrations transmises aux mains et aux bras peut entraîner à long terme des troubles chroniques connus sous le nom de syndrome des vibrations. Le risque est présent dès que l'utilisation d'une machine, d'un outil ou d'un équipement hautement vibrant est régulière et fréquente. La gêne fonctionnelle de la main ou des articulations constitue également un facteur de risque supplémentaire d'accident pour l'emploi de machines qui requièrent une grande dextérité. Le syndrome des vibrations n'est pas une fatalité. La mise en place de mesures préventives permet d'éviter l'apparition des troubles.

Syndrome des vibrations

Les opérateurs de machines dont les mains sont régulièrement exposées à des vibrations élevées peuvent souffrir de différents types de troubles au niveau des membres supérieurs [1] :

- a) perturbations de la circulation sanguine,
- b) atteintes du système nerveux et des muscles,
- c) pathologies du poignet et du coude.

Collectivement, ces troubles sont connus sous le nom de syndrome des vibrations et sont couverts par le tableau 69 des maladies professionnelles (voir figure 1 page suivante). Ces troubles diminuent globalement les capacités manuelles des personnes utilisant des machines à risque, ce qui peut accroître les probabilités de blessures.

a) Les perturbations de la circulation sanguine sont connues sous le terme de syndrome de Raynaud, maladie des doigts blancs ou des doigts morts [2]. Au début de la maladie, le travailleur éprouve des picotements dans les doigts à la fin de la journée de travail. Si l'exposition régulière continue, la personne peut souffrir d'attaques périodiques au cours desquelles les doigts changent de couleur après une exposition au froid. Dans les cas légers, les blanchiments et les engourdissements ne concernent que les extrémités des doigts. Les conditions devenant plus sévères, le blanchiment concernera tout le doigt. Au début de la maladie, une attaque typique se produit par un matin froid quand le patient se rend à son travail. La phase de blanchiment est suivie par un rougeoiement intense et douloureux signalant le retour de la circulation.

Dans les formes plus sévères, les attaques deviennent plus fréquentes et peuvent se produire l'hiver comme l'été, au travail et à la maison.

Les crises peuvent durer une heure et causer une perte de dextérité et une diminution de la force. Dans les cas les plus sévères, la circulation est modifiée de façon permanente et les doigts deviennent bleu foncé. A long terme, le processus lésionnel peut être irréversible.

b) Les atteintes du système nerveux peuvent être simultanées ou non aux perturbations de la circulation sanguine. Elles se manifestent sous la forme d'une moindre sensation du toucher et de la perception du chaud et du froid, d'une diminution de la préhension et d'une perte de la dextérité manuelle.

Des enquêtes épidémiologiques ont montré également que l'exposition aux vibrations augmenterait le risque d'apparition du syndrome du canal carpien chez les opérateurs effectuant des mouvements ou des efforts répétés. Le mécanisme physiopathologique est différent puisqu'il s'agit d'une compression du nerf médian dans le canal carpien.

c) Les troubles ostéo-articulaires du poignet et du coude [3 et 4]. La maladie de Kienböck est une nécrose du semi-lunaire (os carpien). L'os insuffisamment irrigué se fragilise. Cette pathologie, peu fréquente, peut être très invalidante et nécessiter une intervention chirurgicale au niveau du poignet. La maladie de Köhler, encore moins fréquente, est une pseudarthrose du scaphoïde généralement consécutive à un choc sur le talon de la main (du à une chute par exemple) et dont l'évolution serait aggravée par l'exposition aux vibrations.

DÉSIGNATION DES MALADIES	DÉLAI de prise en charge	LISTE LIMITATIVE DES TRAVAUX susceptibles de provoquer ces maladies
- A - Affections ostéo-articulaires confirmées par des examens radiologiques : - arthrose du coude comportant des signes radiologiques d'ostéophytoses ;	5 ans	Travaux exposant habituellement aux vibrations transmises par : a) Les machines-outils tenues à la main, notamment :
- ostéonécrose du semi-lunaire (maladie de Kienböck) ;	1 an	- les machines percutantes, telles que les marteaux piqueurs, les burineurs, les bouchardeuses et les fouloirs ;
- ostéonécrose du scaphoïde carpien (maladie de Kôlher)	1 an	- les machines roto percutantes, telles que les marteaux perforateurs, les perceuses à percussion et les clés à choc ;
Troubles angioneurotiques de la main, prédominant à l'index et au médius, pouvant s'accompagner de crampes de la main et de troubles prolongés de la sensibilité et confirmés par des épreuves fonctionnelles et des examens radiologiques.	1 an	- les machines rotatives, telles que les polisseuses, les meuleuses, les scies à chaîne, les tronçonneuses et les débroussailleuses ; - les machines alternatives, telles que les ponceuses et les scies sauteuses. b) Les outils tenus à la main associés à certaines machines précitées, notamment dans des travaux de burinage ; c) Les objets tenus à la main en cours de façonnage, notamment dans les travaux de meulage et de polissage et les travaux sur machine à rétreindre.
- B - Affections ostéo-articulaires confirmées par des examens radiologiques : - arthrose du coude comportant des signes radiologiques d'ostéophytose ;	5 ans	Travaux exposant habituellement aux chocs provoqués par l'utilisation manuelle d'outils percutants :
- ostéonécrose du semi-lunaire (maladie de Kienböck)	1 an	- travaux de martelage, tels que travaux de forge, tôlerie, chaudronnerie et travail du cuir ;
- ostéonécrose du scaphoïde carpien (maladie de Kôlher).	1 an	- travaux de terrassement et de démolition - utilisation de pistolets de scellements - utilisation de clouteuses et de riveteuses.
- C - Atteinte vasculaire cubito-palmaire en règle unilatérale (syndrome du marteau hypothénar) entraînant un phénomène de Raynaud ou des manifestations ischémiques des doigts confirmées par artériographie objectivant un anévrisme ou une thrombose de l'artère cubitale ou de l'arcade palmaire superficielle.	1 an (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux exposant habituellement à l'utilisation du talon de la main en percussion directe itérative sur un plan fixe ou aux chocs transmis à l'éminence hypothénar par un outil percuté ou percutant.

Fig. 1 : Tableau 69 des affections provoquées par les vibrations et les chocs transmis par certaines machines-outils, outils et objets et par les chocs itératifs du talon de la main sur des éléments fixes.

Au niveau du coude, peut se développer une arthrose qui se caractérise par une hyper ossification des insertions des tendons (becs de perroquet) et se manifester par une limitation des mouvements d'extension ou de flexion du bras.

Cofacteurs

Le froid : Les attaques du syndrome de Raynaud ont lieu essentiellement en période hivernale et durant les expositions au froid. Les symptômes cliniques correspondent à une exacerbation du réflexe au froid (vasoconstriction des vaisseaux des extrémités des membres). Néanmoins le froid ne constitue pas la cause des troubles vasculaires que l'on peut observer. C'est par contre l'agent déclencheur des crises. C'est pourquoi les attaques du syndrome de Raynaud s'observent rarement chez les opérateurs de machines vibrantes des pays tropicaux.

Efforts exercés par l'opérateur : La sévérité des effets des vibrations est influencée par le couplage entre la main et la machine, couplage qui dépend également de la posture (exemple : pousser au-dessus des épaules pour percer), pour trois raisons principales :

- Plus les forces sont importantes, plus la transmission des vibrations aux membres est forte. Pour une même source vibratoire, le signal vibratoire se propage plus loin et plus fortement dans le membre.
- La préhension favorise l'écrasement des vaisseaux sanguins et des nerfs contribuant par ce mécanisme aux troubles vasculaires et neurologiques décrits plus loin. De plus, les forces et les pressions fluctuent dans le temps d'utilisation de la machine.
- L'exposition aux vibrations peut provoquer une réponse réflexe de certains muscles (réflexe tonique vibratoire) qui se superpose aux efforts exercés pour manipuler l'outil. Des efforts soutenus et répétés régulièrement peuvent être à long terme la cause de l'arthrose hyperostotante du coude.

Sources vibratoires

Plus de 5 % des salariés sont régulièrement exposés dans presque toutes les branches d'activité : bâtiment, travaux publics, exploitations forestières, fonderies et ateliers mécaniques, mines et carrières... De nombreuses machines portatives ou guidées à la main génèrent des vibrations. Pour certains, les niveaux vibratoires peuvent être élevés : scies à chaîne, brise-béton, meuleuses, perforateurs, décapeurs, plaques vibrantes, tondeuses, cloueurs ... Par contact, ces vibrations sont répercutées dans la main et le bras de l'opérateur. Dans certains cas, ces vibrations sont transmises par le biais de la pièce travaillée lorsque celle-ci est tenue à la main (toret à meuler par exemple).

Les principales sources vibratoires susceptibles d'être à l'origine d'une maladie professionnelle liée aux vibrations transmises aux membres supérieurs sont données par le tableau 69 (figure 1).

Les environnements vibratoires susceptibles d'être à l'origine des lésions sont généralement reconnus comme



Fig. 2 : Le brise-béton symbolise l'environnement vibratoire

inconfortables, voire désagréables surtout quand il s'agit de vibrations basses fréquences transmises aux membres supérieurs. Le brise-béton, dont la fréquence dominante se situe aux alentours de 25 Hz symbolise l'environnement vibratoire dans l'imaginaire des personnes non exposées (figure 2). On se méfiera néanmoins des machines vibrant à des fréquences plus élevées telles que les ponceuses par exemple qui émettent des vibrations vers 100 Hz et au-delà. Ce n'est pas parce qu'on ne voit pas le mouvement que l'opérateur ne risque rien. Qui n'a pas eu les doigts engourdis après avoir utilisé pendant quelques heures une ponceuse ?

Relation entre l'exposition aux vibrations et les effets sur la santé

Il est généralement admis que les opérateurs soumis à des vibrations de fréquences inférieures à 30-50 Hz présenteraient plutôt des troubles osseux ou articulaires au niveau des poignets et des coudes. Les maladies vasculaires et neurologiques seraient plutôt présentes chez les utilisateurs exposés à des vibrations de plus hautes fréquences.

Les enquêtes épidémiologiques ont permis d'établir une relation de dose à effet dans le cas des troubles vasculaires. La norme NF ENV 25349 [5] présente dans une annexe informative une relation entre l'exposition quotidienne aux vibrations ($A(8)$), la durée d'exposition totale (D_y) moyenne de la durée de vie d'un groupe (en années) et le risque de blanchiment des doigts chez 10% des personnes exposées.

$$\left(\frac{A(8)}{1 \text{ m/s}^2} \right)^{1,06} \frac{D_Y}{1 \text{ an}} = 31,8$$

Cette relation est issue d'enquêtes épidémiologiques portant essentiellement sur des utilisateurs de machines du type meuleuses, tronçonneuses, perforateurs. Il convient d'être prudent pour son application aux machines percutantes tels que les brise-béton ou les fouloirs.

Pour les autres types de pathologies, il n'a pas été établi de relations semblables. On sait néanmoins que les troubles neurologiques seraient au moins aussi fréquents que les troubles vasculaires, alors que les maladies de Kienböck et de Köhler touchent un faible pourcentage des exposés. L'arthrose hyperostotante du coude plus fréquente n'est pas spécifique aux vibrations. Elle est aussi présente chez de nombreux travailleurs âgés qui utilisent des outils manuels exigeant des efforts importants [4].

Législation et valeurs limites réglementaires

L'Europe a adopté en 2002 une Directive qui concerne les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux vibrations [6]. Elle définit :

- Une valeur vibratoire d'action fixée à $a_{\text{heq}(8h)} = 2,5 \text{ m/s}^2$ sur 8 heures. Il est demandé aux employeurs :
 - d'évaluer le risque sur la santé et le contrôler en mettant en place des moyens de protection,
 - de sensibiliser les salariés et de les former pour qu'ils travaillent en sécurité,
 - de prévoir une surveillance médicale,
- Une valeur vibratoire plafond fixée à $a_{\text{heq}(8h)} = 5 \text{ m/s}^2$, au-dessus de laquelle il est jugé que l'exposition régulière aux vibrations présenterait un risque tel pour la santé que les vibrations devraient être réduites.

Prévention des vibrations

Le syndrome des vibrations n'est pas une fatalité. La diminution des risques vibratoires peut s'obtenir si des moyens de contrôles techniques et d'organisation du travail [7 à 9] sont utilisés pour :

- Réduire les doses vibratoires. La dose vibratoire est fonction de l'amplitude de la vibration et de la durée de l'exposition ; c'est pourquoi, il est souhaitable d'agir simultanément sur ces deux paramètres.
- Améliorer la posture des opérateurs de machines portatives et optimiser leurs efforts lors de l'emploi des machines.
- Eviter le refroidissement des mains et du corps des opérateurs des machines tenues à la main, car le froid est l'agent déclencheur des crises de syndrome de Raynaud.

Ces moyens doivent être complétés par une sensibilisation des opérateurs afin de leur faire prendre conscience des risques pour leur santé et de l'intérêt des moyens de prévention.

Références bibliographiques

- [1] AFNOR. Guide concernant les effets des vibrations sur la santé du corps humain. E 90-399 (FD CR 12349), Paris-La Défense, AFNOR, septembre 1996.
- [2] Lasfargues G., Fontana L. et Catilina P., Pathologie des vibrations mécaniques transmises aux membres supérieurs. Toxicologie, Pathologie professionnelle, n°16-518-A-15, 6 p., 1997.
- [3] Ley. F.X., Affections ostéo-articulaires des membres supérieurs dues aux vibrations. Histo-anatomie et physiopathologie. Document du Médecin du Travail, INRS, n° 40, p.333-342, 1989.
- [4] Rocher O., Ley F.X., Mereau P. et Donati. P., Pathologie ostéo-articulaire du coude liée à l'exposition aux vibrations engendrées par les machines portatives. Document pour le Médecin du Travail, INRS, n°56, p. 375-386, 1993.
- [5] AFNOR. Vibrations mécaniques – Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main. EN 25349. Vibrations mécaniques : Partie 1 : Principes directeurs généraux (2001). Partie 2 : Guide pratique pour le mesurage sur le lieu de travail (Août 2001).
- [6] Communauté économique européenne, Directive 2002 du Conseil concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (vibration). Position commune approuvée par le comité de conciliation du 8 avril 2002.
- [7] AFNOR. Guide pour la réduction des risques de vibrations - Partie 2 : Mesures de prévention sur le lieu de travail. E 90-340-2 (FD CR 1030-2), Paris-La Défense, AFNOR, décembre 1995
- [8] INRS. La main en danger. Syndrome des vibrations. INRS ED 863, septembre 2001
- [9] J. Malchaire, A. Piette, et N. Cock. Vibrations mains-bras. Stratégie d'évaluation et de prévention des risques. Brochure éditée par le Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail, rue Belliard 51 - 1040 Bruxelles, D/1998/1205/70, 1998.

