

- Plomb
- Stand de tir
- Toxicité
- Mesure de prévention
- Ventilation

► *Jean-Claude SÉRIEYS, François DIÉBOLD, Jean-Raymond FONTAINE, INRS, Département Ingénierie des procédés*

MESURES DE PRÉVENTION DE L'EXPOSITION AU PLOMB DES SALARIÉS DES STANDS DE TIR

Les fumées et poussières contenant du plomb et d'autres métaux lourds (baryum, cuivre, antimoine...) émises lors du tir de cartouches en stand d'entraînement, sont une source d'exposition professionnelle pour diverses populations : moniteurs de tir, personnel des sociétés de nettoyage et de maintenance des installations.

Des mesures de concentration en plomb dans l'air de stands de tir, réalisées par de nombreuses équipes ont montré que la Valeur Maximale d'Exposition (VME) ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) avait pu être dépassée dans des proportions importantes.

Cet article reprend des informations concernant la toxicité du plomb, fournit les mesures de prévention générales applicables et présente les éléments de base pour l'élaboration du cahier des charges des installations de tir. Une attention particulière est portée sur le système de ventilation

MEASURES FOR PREVENTING EXPOSURE TO LEAD FOR SHOOTING RANGE EMPLOYEES

Smoke and dust containing lead and other heavy metals (barium, copper, antimony, etc.) and that is given off when firing cartridges on training ranges is a source of occupational exposure for various populations: shooting instructors, and staff of the companies who clean and maintain the facilities.

Measurements of airborne lead concentration in shooting range air taken by many teams have shown that the exposure limit ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) had been exceeded to considerable extents.

This article reproduces information on the toxicity of lead, gives applicable general prevention measures, and presents the basic building blocks for drafting specifications for shooting ranges. Particular attention is paid to the ventilation system.

- Lead
- Shooting range
- Toxicity
- Prevention measure
- Ventilation

Cet article concerne la prévention de l'exposition des salariés intervenant dans les stands de tir fermés : stagiaires, instructeurs et personnel d'entretien. Ces salariés peuvent être des fonctionnaires (Police, Gendarmerie, Douanes, Armée) ou appartenir au régime général (convoyeurs de fonds, fabricants d'armes et munitions, sociétés de service pour le nettoyage et la maintenance des installations, associations affiliées à la Fédération Française de Tir (FFT)...). La FFT regroupe 1 500 clubs de tir et comprend 140 000 licenciés. La moitié des stands utilisés par la Police Nationale sont privés. Les paragraphes qui suivent

fournissent des informations concernant la toxicité du plomb ainsi que des mesures de prévention applicables et des règles relatives à la ventilation des stands.

RISQUE CHIMIQUE

Les fumées et poussières émises lors du tir de cartouches en stand d'entraînement sont une source d'exposition professionnelle au plomb pour diverses populations : moniteurs de tir, person-

nel des sociétés de nettoyage et de maintenance des installations. Les fumées et poussières de plomb émises proviennent soit de l'explosif primaire (amorce pouvant contenir du styphnate de plomb), soit de la balle elle-même lorsqu'elle n'est pas chemisée (de cuivre ou de nylon par exemple). Les particules et oxydes de plomb émis résultent de l'action des gaz chauds produits par l'explosion de la charge de poudre sur la balle ainsi que du frottement de celle-ci sur le canon de l'arme. A l'émission de poussières de plomb lors du tir peut s'ajouter une émission secondaire lors de l'impact de la balle sur la cible et le dispositif pare-balle.

TOXICITÉ DU PLOMB SUR L'HOMME

Les effets toxiques chroniques [1] de l'exposition au plomb comportent principalement des effets hématologiques (apparition d'une anémie) et digestifs se traduisant par des douleurs abdominales (coliques de plomb), ainsi que des atteintes neurologiques (encéphalopathie saturnine, altération des fonctions cognitives) et rénales (néphropathie tubulaire interstitielle). D'autres effets toxiques ont pu aussi être observés, notamment sur la reproduction, qui ont amené à classer au niveau européen le plomb et ses composés dans la catégorie 1A H360Df (peut nuire à la fertilité, susceptible de nuire au fœtus) [2].

PÉNÉTRATION ET DIFFUSION DU PLOMB DANS L'ORGANISME

Les voies de pénétration du plomb dans l'organisme sont principalement :

■ **la voie pulmonaire** : les poussières inhalées se déposent en fonction de leur taille dans les différents compartiments des voies respiratoires, les plus fines pénétrant dans les alvéoles pulmonaires à partir desquelles le plomb est susceptible de passer dans le sang en tout ou partie ;

■ **la voie digestive** : le plomb peut être ingéré par l'intermédiaire de mains sales portées à la bouche.

La diffusion du plomb dans l'organisme après son absorption par les voies précitées se fait par passage dans le sang qui est le vecteur du plomb dans les tissus où il se fixe. L'élimination du plomb se fait essentiellement par la voie urinaire.

VALEURS RÉGLEMENTAIRES CONCERNANT L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AU PLOMB

VLEP : une valeur limite d'exposition professionnelle contraignante dans l'air des lieux de travail est établie en France pour le plomb métallique et ses composés : 0,1 mg/m³ (en Pb) en valeur moyenne sur huit heures (article R. 4412-149 du code du travail).

Valeur limite biologique : une valeur limite contraignante de la plombémie (concentration de plomb dans le sang total) des travailleurs exposés au plomb ou à ses composés est établie en France et ne doit pas être dépassée : 400 µg/litre de sang pour les hommes et 300 µg/litre de sang pour les femmes (article R. 4412-152 du code du travail) [3].

DONNÉES D'EXPOSITION

Des évaluations d'exposition au plomb réalisées par les laboratoires de chimie des Caisses d'assurance retraite et de santé au travail (Carsat) sont regroupées dans la base de données COLCHIC. Il s'agit de mesures de la concentration en plomb dans l'air des lieux de travail. Parmi ces mesures, soixante-cinq sont relatives à des stands de tir dont les résultats font apparaître l'existence d'un risque d'exposition non négligeable avec une concentration médiane de 0,099 mg/m³ et 49,23 % des résultats supérieurs à la VLEP/8 h.

D'autre part, des mesures de plomb déposé sur diverses surfaces dans les stands ont montré que des quantités de 0,49 à 1,80 mg de plomb étaient retrouvées sur les mains des tireurs [5].

Des prélèvements ont été effectués sur deux types de stand de tir dans le cadre d'une étude INRS [4].

Configurations des stands de tir étudiés

■ Stand A, de conception ancienne et de dimensions 48,5 x 14 x 4,5 m. Le système de ventilation a été conçu dès le départ pour ventiler le stand et en assurer le chauffage. Le soufflage d'air est assuré par 22 bouches (débit total 6 000 m³/h) disposées en partie haute, derrière les pas de tir, au sol au niveau des tireurs et près des cibles. La reprise est réalisée par 13 bouches d'extraction

(débit total 9 000 m³/h) localisées au-dessus des postes de tir, près des cibles et du piège à balles ;

■ Stand B, de conception plus récente et de dimensions 25,4 x 4,8 x 2,6 m. Le système de ventilation a été conçu par l'installateur pour produire un écoulement piston horizontal : soufflage sur toute la surface du mur situé dans le dos des tireurs et reprise sur le côté opposé au niveau des cibles (débit de l'ordre de 18 000 m³/h).

Méthode de prélèvement et d'analyse

Les prélèvements individuels et à poste fixe concernent la fraction inhalable de l'aérosol. Ils sont réalisés à l'aide d'un dispositif constitué d'une cassette MILLIPORE® en configuration fermée, contenant un filtre en fibres de quartz WHATMAN® QM-A de diamètre 37 mm à travers lequel est assuré un débit d'aspiration de 1 L/min à l'aide d'une pompe MSA® ESCORT ELF à débit régulé. Les analyses sont réalisées conformément à la fiche Métropol sur les métaux et métalloïdes [6].

RÉSULTATS DES PRÉLÈVEMENTS

Stand A

Les prélèvements ont été réalisés pendant une séance de tir de trois heures : 470 cartouches 9 mm à balle ordinaire modèle F2 ont été tirées lors de cette séance à l'aide du pistolet MAS 51. Dans ce type de cartouche, l'étui est en laiton et l'amorce contient du triciniate (tri-résorcinate de plomb). Une analyse de la poudre n'a pas mis en évidence la présence de métaux lourds dans celle-ci.

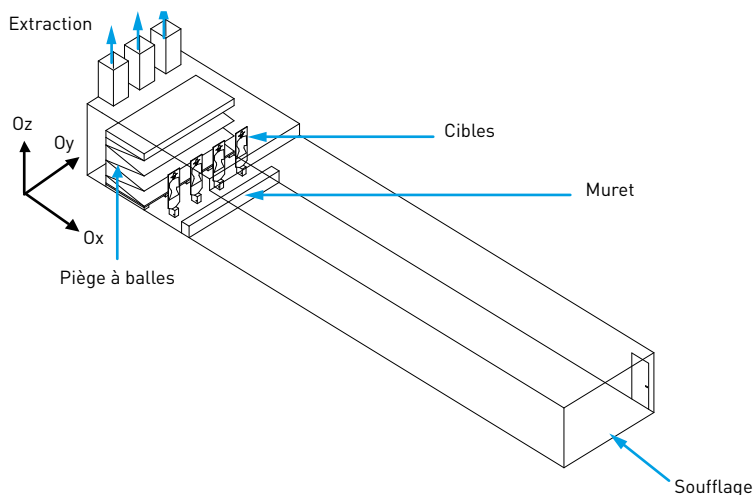
Les expositions des deux moniteurs sont respectivement de 397 µg/m³ et 358 µg/m³. Ils sont en cohérence avec des prélèvements à poste fixe réalisés en six points du stand et variant de 343 µg/m³ loin des cibles à 522 µg/m³ proche des pièges à balles.

Stand B

Les prélèvements ont été réalisés durant une séance de tir de 2h30, l'arme utilisée est un pistolet automatique de marque Sig Sauer-Sp2022. Chaque tireur participant à cet entraînement tire 54 cartouches à 10 m des cibles. Les cartouches utilisées sont chemisées en

FIGURE 1

Description schématique du stand de tir



laiton, de marque Sellier & Bellot, modèle 9x19 PN Nontox TFMJ).

Les concentrations de plomb dans le stand B sont systématiquement inférieures à la limite de détection de la méthode d'analyse ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$), y compris pour les prélèvements individuels effectués sur les moniteurs. Ces faibles niveaux de concentration résultent de l'emploi de cartouches chemisées qui peuvent réduire jusqu'à 80 % les émissions en plomb [7] et d'un système de ventilation efficace.

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Pour les personnes en situation de travail où des émissions de plomb sont possibles, il est recommandé de réduire l'exposition qu'elles subissent au niveau le plus bas réalisable. Pour cela, des mesures strictes de prévention et de protection appropriées au risque seront mises en œuvre et devront s'accompagner d'une surveillance médicale spéciale. Les principales recommandations, tant techniques que médicales, sont rappelées ici [1, 7].

SUR LE PLAN TECHNIQUE

■ Informer le personnel des dangers présentés par le plomb et lui dispenser une formation portant sur la

réglementation, les moyens de prévention et les précautions élémentaires d'hygiène à respecter.

■ Limiter le nombre de personnes susceptibles d'être exposées au plomb en accord avec les contraintes organisationnelles de l'activité.

■ Evaluer le risque d'exposition au plomb et à d'autres substances. Pour cela, il est possible de prendre en compte les caractéristiques des munitions utilisées (présence ou non de plomb, chemisage éventuel), le nombre de tirs effectués dans l'année et les mesures de prévention déjà mises en œuvre. Des mesures d'exposition, soit atmosphériques soit biologiques (par le Médecin du travail), permettront d'estimer l'exposition. Ce travail d'évaluation des risques permettra de définir les mesures de prévention à mettre en place ou à améliorer.

■ Empêcher l'absorption de plomb par inhalation des poussières et fumées et par ingestion (mains et vêtements souillés). Pour y parvenir, des mesures de prévention collectives seront mises en œuvre portant notamment sur les conditions d'une ventilation efficace des stands de tir, sur les mesures d'hygiène (douche, vestiaires adaptés, l'interdiction faite aux personnels de boire et manger en tenue de travail).

■ Contrôler le maintien dans le temps de l'efficacité de la prévention. Pour cela le code du travail impose : le contrôle annuel des systèmes de ventilation ; le contrôle annuel, par un organisme accrédité, du respect de la VLEP contraignante du plomb. En cas de dépassement de celle-ci, l'activité concernée devra être arrêtée jusqu'à la réalisa-

tion des mesures d'assainissement du (des) poste(s) de travail concerné(s).

SUR LE PLAN MÉDICAL

Pour le personnel devant être affecté à un stand de tir, il est recommandé d'effectuer, au préalable, un examen clinique et des examens biologiques appropriés afin de vérifier l'absence de contre-indication [1].

La toxicité du plomb pour la reproduction induit une série de dispositions concernant les femmes en âge de procréer. Il est de la responsabilité du médecin du travail d'informer le personnel de sexe féminin de ces dangers en insistant sur le respect des mesures de prévention et l'absolue nécessité, pour ces personnes, d'avertir le médecin du travail dès le début de leur grossesse afin qu'il puisse faire vérifier leur niveau d'imprégnation en plomb. D'autre part, il est bien précisé dans le code du travail (article D. 4152-10) qu'il est interdit d'affecter ou de maintenir les femmes enceintes et les femmes allaitant à des postes de travail les exposant aux agents chimiques classés toxiques pour la reproduction de catégories 1 et 2.

Pour tous les travailleurs exposés au plomb et à ses composés, le code du travail prévoit aussi qu'une surveillance médicale particulière soit assurée : soit si l'exposition à une concentration de plomb dans l'air est supérieure à $0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$ (concentration moyenne sur 8 heures), soit si une plombémie supérieure à $200 \mu\text{g}/\text{litre}$ de sang pour les hommes ou $100 \mu\text{g}/\text{litre}$ de sang pour les femmes est mesurée chez un travailleur.

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES CONCERNANT LA VENTILATION ET LA FILTRATION DE L'AIR

La ventilation est la méthode de prévention technique la plus importante pour réduire l'exposition professionnelle au plomb dans les stands de tir fermés [7].

Recommandation préliminaire : Afin de limiter l'exposition des personnels, l'emploi de munitions moins émissives (balles et amorces sans plomb) sera préconisé chaque fois que les conditions de tir le permettent.

VENTILATION

L'objectif de la ventilation dans un stand de tir fermé (cf. Figure 1) est de maintenir un air « propre » dans le stand afin de limiter l'exposition des tireurs et instructeurs aux différents polluants générés lors de tirs : gaz chauds, particules métalliques ou non (articles R 4222-10 à R4222-14 du code du travail).

Le principe de la ventilation, dans un stand de tir fermé, est d'assurer un flux d'air le plus unidirectionnel possible. L'écoulement d'air étant orienté dans le sens du tir, le but est de réaliser un effet « piston » dans le volume et d'éviter ainsi toute recirculation au niveau du tireur, principalement au niveau des voies respiratoires.

L'arrivée d'air est alimentée par de l'air pris à l'extérieur filtré, chauffé si nécessaire, et insufflé via un plénum. Ce dernier est positionné dans le dos des tireurs et conçu de manière à assurer un écoulement homogène, unidirectionnel sur toute la largeur du stand. Pour obtenir une bonne homogénéisation, on peut utiliser, au niveau du soufflage, de la tôle perforée. La vitesse de l'air à l'intérieur du plénum doit être, au maximum, égale à la moitié de la vitesse moyenne présente sur toute la surface perforée de la tôle.

Lors de l'exécution de tirs, un écoulement d'air horizontal doit balayer le stand avec une vitesse de 0,4 m/s (cf. Figures 2 et 3).

Cette vitesse peut être divisée par deux, hors période de tirs, afin d'évacuer les fumées résiduelles.

L'air est repris après le rideau antirebond, constitué de lamelles en caoutchouc et destiné à absorber l'énergie des balles et derrière les pièges à balles. L'air est ensuite filtré et rejeté à l'extérieur.

La conception du système d'arrivée et d'évacuation de l'air est fondamentale pour un bon fonctionnement de l'ensemble. L'air « propre » sera prélevé loin

FIGURE 2

Visualisation du flux unidirectionnel dans le stand de tir (échelle de couleurs associées aux vitesses d'air en m/s)

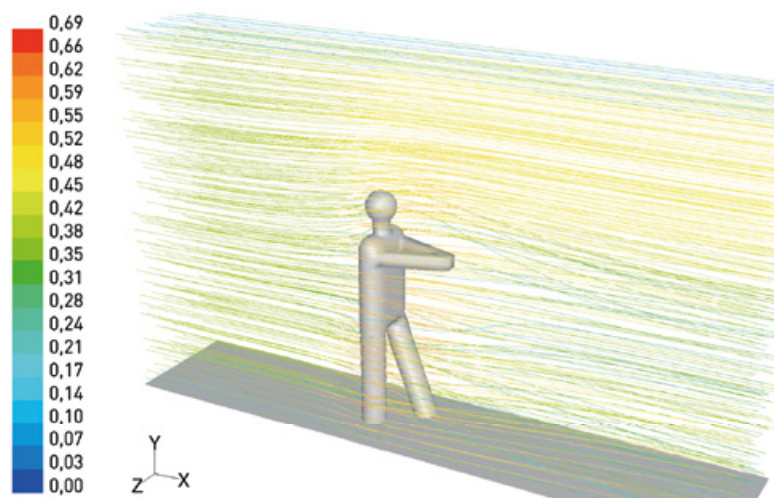
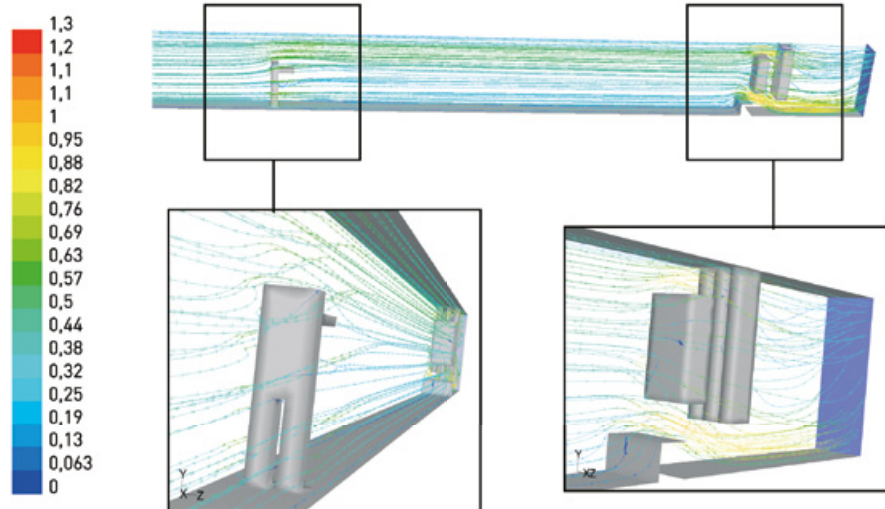


FIGURE 3

Visualisation des flux d'air dans le stand de tir avec deux zooms : au voisinage du tireur et au niveau du piège à balles



de toutes sources de pollution. L'air vicié, une fois filtré, sera rejeté en hauteur afin d'assurer la dilution dans l'atmosphère en prenant en compte les vents dominants. Aucune contamination croisée de l'air ne doit être possible entre l'insufflation et l'extraction.

Le stand de tir doit être en dépression pour éviter toute dispersion de polluants vers l'extérieur du local ; le débit d'extraction doit donc être supérieur au débit de soufflage. Afin d'assurer un parfait fonctionnement du système de ventilation, un dispositif d'asservissement doit être prévu entre soufflage et extraction de l'air.

Des indicateurs de pression (statique ou dynamique) permettent de surveiller les débits et le niveau de colmatage des unités de filtration par rapport à l'évaluation faite lors de la réception de l'installation.

Compte tenu du volume d'air à renouveler, et donc à chauffer en période hivernale, un système d'économie d'énergie est recommandé et le recyclage est à proscrire.

IMPLANTATION ET CONCEPTION DES LOCAUX ANNEXES

Un stand de tir doit comporter des locaux annexes :

- deux vestiaires séparés pour les vêtements de ville et les vêtements de travail,
- des sanitaires avec douche,
- une salle d'armurerie,
- un bureau pour les moniteurs,
- une salle d'attente pour les tireurs,
- un local technique pour la cible et les pièges à balles,
- un local technique ou placard pour le matériel d'entretien,
- des locaux techniques pour les centrales de traitement d'air (ventilateurs, filtres à décolmatage automatique, pièges à sons, dispositifs de récupération d'énergie...).

Une attention particulière sera portée à l'implantation et à la conception de ces locaux. Les risques d'explosion (ATEX) et/ou d'incendie imposent, pour les équipements et installations (électriques, pneumatiques, mécaniques...), des dispositions particulières plus aisées à mettre en place dès la conception.

Sont également à prendre en considération :

- le choix des matériaux en favorisant le traitement acoustique des parois (murs, sol et plafond) par l'emploi de revêtements absorbants et en évitant les surfaces réfléchissantes et poreuses ;

■ les portes d'accès et leurs contrôles (armurerie, stand, piège à balles), leurs emplacements et leurs systèmes d'ouverture/fermeture ;

■ la signalétique des accès et couloirs de tir ;

■ l'éclairage d'intensité uniforme mais ne devant pas éblouir les tireurs, ni créer des zones d'ombre ;

■ l'éclairage de secours ;

■ l'encombrement du stand de tir, que rien d'inutile ne traîne et que les tireurs en « attente » ne stationnent pas dans le stand mais à l'extérieur ;

■ l'élimination des déchets.

MAINTENANCE ET NETTOYAGE PÉRIODIQUE - ÉVACUATION DES DÉCHETS

■ Nettoyage des locaux et des parois en utilisant un dispositif d'aspiration à haute dépression et haute efficacité et/ou nettoyage en phase liquide.

■ Le dispositif d'aspiration utilisé doit être de qualité industrielle, adapté aux poussières combustibles et équipé d'un filtre électrostatique de catégorie H [8].

■ Entretien des pièges à balles et récupération des étuis vides.

■ Maintenance annuelle du système de ventilation et de filtration conformément à la réglementation du code du travail (article R4222-22 du code du travail).

■ Maintenance du système de chauffage et de récupération d'énergie.

PROTECTIONS INDIVIDUELLES

Des équipements de protection individuelle doivent être mis à la disposition des personnels pour les risques oculaire et acoustique (détonation, bruit impulsif).

CONCLUSION

Cet article présente des mesures de prévention pour réduire les expositions au plomb des salariés intervenant dans les stands de tir fermés. Des recommandations générales concernant l'information et la formation du personnel, l'évaluation des risques, l'organisation du travail, les mesures d'hygiène et le suivi médical sont tout d'abord exposées. Elles sont suivies de recommandations techniques à inclure dans le cahier des charges des stands de tir ; elles portent sur l'implantation des locaux, les caractéristiques des matériaux à utiliser et les spécifications du système de ventilation et d'épuration de l'air. Des recommandations concernant la maintenance et le nettoyage sont également fournies.

Reçu le : 15/11/2012

Accepté le : 19/11/2012

BIBLIOGRAPHIE

[1] *Plomb et composés minéraux* - Fiche toxicologique n°59, INRS, 2006, FT 59.

[2] Règlement (CE) n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n°1907/2006. J Off Union Eur. 2008 ; L 353, 31/12/2008 : 1-1355.

[3] Code du travail, décret n°2008-244 du 7 mars 2008.

[4] SERIEYS J.C., DIEBOLD F. - *Elaboration de recommandations pour la prévention de l'exposition professionnelle au plomb et autres métaux lourds - conception des stands de tir*, étude INRS, 2006.

[5] LAUREILLARD J., BAUWENS J. - *Emanations plombifères dans les stands de tir*. INRS, compte rendu de la réunion de travail « Prélèvements - Analyses », octobre 1993.

[6] MétroPol - *Recueil des méthodes de prélèvements et d'analyse de l'air pour l'évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques - Fiche 03 : métaux - métalloïdes*. INRS.

[7] NIOSH Alert - *Preventing Occupational Exposures to Lead and Noise at Indoor Firing Ranges*, DHHS (NIOSH) publication number 2009-136, 2009.

[8] Appareils électrodomestiques et analogues. *Sécurité Partie 2-69 : Règles particulières pour les aspirateurs fonctionnant en présence d'eau ou à sec, y compris les brosses motorisées, à usage industriel et commercial*. Norme NF EN 60335-2-69.