

Version juillet 2015

Factsheet

Risques pour la santé représentés par les imprimantes laser, les photocopieuses et le toner

Dr med et sc nat Michael Koller, Dr Irène Kunz, Dr Marcel Jost, Dr Claudia Pletscher

1. Résumé
2. Recommandations de la Suva
 - 2.1 Mesures générales lors de l'exploitation dans un cadre de travail ordinaire
 - 2.2 Mesures en cas d'exposition accrue à la poussière de toner
 - 2.3 Mesures à prendre en cas de symptômes présentés par les travailleurs
3. Commentaire
 - 3.1 Remarques préliminaires
 - 3.2 Emissions produites par les imprimantes laser et les photocopieuses
 - 3.3 Caractéristiques des émissions des imprimantes laser et des photocopieuses
 - 3.4 Atteintes à la santé
 - 3.5 Conclusions
4. Bibliographie

1. Résumé

Les émissions des imprimantes à laser et des photocopieuses se situent en règle générale loin au-dessous des valeurs limites en vigueur. Le risque de troubles aigus de la santé est par conséquent minime. Des troubles de la santé peuvent néanmoins survenir, notamment chez les personnes chez qui les voies respiratoires supérieures et inférieures sont très sensibles. Les réactions non spécifiques d'hypersensibilité par une irritation de ces émissions peuvent en règle générale être contrôlées par l'amélioration des conditions hygiéniques aux postes de travail. Des allergies authentiques des voies respiratoires en relation avec du toner sont très peu relatées dans les documents médicaux. Des examens épidémiologiques n'ont pas révélé un lien de causalité fiable entre ces émissions et les maladies chroniques des voies respiratoires ou les maladies pulmonaires interstitielles ou le cancer des poumons. A titre de prévention, la Suva recommande de prendre des mesures de protection générales appropriées en cas d'exposition potentielle et des mesures de protection spécifiques en cas d'exposition élevée aux poussières de toner et aux particules ultrafines, notamment dans le cadre de dérangements, de travaux de maintenance et de réparation. En cas de troubles relatés par les travailleurs, il convient de procéder à des élucidations. Les imprimantes à jet d'encre – avec des valeurs d'émission très faibles, selon les premières analyses – constituent une possible alternative aux

imprimantes laser. Lors de l'achat d'une imprimante, il convient par conséquent de toujours vérifier les émissions de celle-ci.

2. Recommandations de la Suva

2.1 Mesures générales lors de l'exploitation dans un cadre de travail ordinaire

- Se conformer strictement aux instructions d'emploi du fabricant.
- Placer les appareils dans un local suffisamment vaste et bien aéré.
- Placer les appareils à hauts débits dans des locaux séparés, bien ventilés et pourvus d'une aspiration locale.
- Veiller à ce que l'air d'évacuation des appareils ne soit pas dirigé contre les travailleurs.
- Veiller à la maintenance régulière des appareils.
- Porter son choix sur des systèmes de toner en cartouches.
- Remplacer les cartouches en se conformant aux modes d'emploi et ne pas tenter de les ouvrir en les forçant.
- Essuyer les fuites de toner avec un chiffon humide; laver les taches de toner sur la peau avec de l'eau et du savon; en cas de pénétration dans les yeux, rincer ceux-ci durant 15 minutes; en cas de pénétration dans la bouche, se rincer abondamment à l'eau froide. Ne pas utiliser de l'eau chaude, les toners devenant adhésifs à la chaleur).
- En cas de bourrage, retirer soigneusement le papier afin d'éviter de créer des nuages de toner.
- En cas de remplissage de réservoirs de toner liquide ou en poudre, porter des gants à usage unique.

2.2 Mesures en cas d'exposition accrue à la poussière de toner (dérangements, maintenance et réparation)

De brèves expositions aux poussières de toner peuvent survenir lors du remplacement de cartouches d'impression, du nettoyage ou de la maintenance des appareils. Les personnes qui procèdent fréquemment à ce type d'opérations sont donc exposées de façon plus importante à ces poussières. Des mesures doivent donc être prises pour minimiser cette exposition :

- Nettoyage des appareils à l'aide d'un aspirateur adapté, interdiction du recours à la soufflette.
- S'il faut s'attendre à un dégagement de poussière important, veiller à une bonne aération, porter un masque respiratoire de type FFP2 (remplacement ponctuel du masque respiratoire recommandé après quelques heures d'utilisation, en cas de production d'humidité, en cas d'endommagement ou de contamination directe par de la poussière de toner) et des lunettes de protection.
- Essuyer les surfaces souillées à l'aide d'un chiffon humide à la fin des opérations de maintenance.
- Porter des gants de protection adaptés, en fonction du produit de nettoyage utilisé.

2.3 Mesures à prendre en cas de symptômes présentés par les travailleurs

Les plaintes formulées par les travailleurs doivent être prises au sérieux. En cas de troubles, des mesures doivent être prises pour améliorer l'hygiène du poste de travail. Le cas échéant, on peut considérer le remplacement de l'imprimante laser par une imprimante à jet d'encre moderne. En général, il est ainsi possible de faire disparaître ou de nettement atténuer les troubles. Si ces derniers persistent malgré les améliorations apportées, il faut poursuivre les investigations. En cas de suspicion fondée de maladie professionnelle, une annonce doit être faite auprès de l'assureur LAA compétent. Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus auprès du secteur chimie de la division protection de la santé au poste de travail de la Suva à Lucerne ou à Lausanne.

3. Commentaire

3.1 Emissions produites par les imprimantes laser et les photocopieuses

Les imprimantes laser et les photocopieuses sont susceptibles d'émettre de petites quantités de poussières, de composés organiques volatils (COV) et d'ozone. A la suite d'améliorations techniques, les appareils modernes n'émettent quasiment plus d'ozone.

En ce qui concerne les poussières, celles-ci proviennent du toner et du papier, avec une nette prépondérance du second. Les toners sont constitués de très fines particules de matière plastique (copolymères de styrène et d'acrylate, pour les hautes performances en partie de polyesters) qui sont fixées sur le papier en fondant. Pour les couleurs, on utilise pour le toner noir de la suie (noir de carbone) ou de l'oxyde de fer et pour les toners colorés des pigments organiques. Les analyses portant sur la composition chimique des toners actuellement commercialisés au moyen de procédures diverses ont révélé la présence de carbone, de fer et cuivre ainsi que des faibles quantités d'autres éléments. Il s'agit avant tout de traces (quantités se situant au niveau ppm) de titane, de cobalt, de nickel, de chrome, de zinc, de strontium, de zirconium, de cadmium, d'étain, de tellure, de tungstène, de tantale et de plomb.

En plus de ces constituants de base, les toners contiennent divers additifs tels que cire, quartz (dioxyde de silice amorphe comme anti-agrégant) ainsi que de petites quantités de sels métalliques visant à améliorer les propriétés électromagnétiques. Le diamètre des particules de toner est de 2 à 10 µm.

De récentes études ont montré que les imprimantes émettaient des particules ultrafines à partir de substances organiques volatiles issues de l'unité de fixation de l'appareil. Dans son rapport "Measurement and characterization of UFP emissions from hardcopy devices in operation", le Fraunhofer Wilhelm-Klauditz-Institut précise qu'il faut partir du principe que les particules ultrafines sont vraisemblablement créées du fait de la température élevée et la nucléation homogène des liaisons organiques peu à moyennement volatiles (COSV). La régulation de la température et les propriétés chimiques de l'unité de fusion semblent jouer un rôle important dans la création des particules ultrafines. Lors de températures très élevées, ces dernières s'évaporent. Le WKI de Fraunhof n'a cependant pas trouvé d'indices permettant de conclure que les particules ultrafines étaient constituées par des composants fixes tels que le noir de carbone ou des métaux. Le nombre de particules ultrafines dépend

également de la quantité de feuilles imprimées. Dans une étude de la RWTH Aachen (Brand P. et al.), les particules mesuraient entre 20 et 30 nm. Les examens ont montré que, en cas d'augmentation de la température du toner dans l'unité de fixation de l'imprimante, des composants du toner se vaporisaient pour ensuite se condenser en particules ultrafines. Dans une enquête de Fiedler et al., les concentrations du nombre de particules étaient plutôt faibles pendant et après l'impression par rapport à l'air extérieur du bâtiment. La Queensland University of Technology a mené diverses études sur les émissions des imprimantes laser, qui ont entre autres révélé de nettes différences en termes d'émissions de particules ultrafines d'une imprimante à l'autre.

Les COV peuvent être libérés d'une part lors de la fusion du toner et d'autre part lors du chauffage du papier. Il peut s'agir par ex. de styrène, de toluène, d'éthylbenzène, de xylène, de phénols, d'aldéhydes et de cétones. Du benzène a pu être mis en évidence dans les toners utilisés sur des appareils de conception ancienne.

Contrairement aux imprimantes laser, les imprimantes à jet d'encre ont jusqu'ici fait l'objet de peu d'analyses. Du fait de leur vitesse d'exécution, les imprimantes laser ont souvent été préférées dans le cadre d'une utilisation professionnelle. Depuis, les imprimantes à jet d'encre ont été améliorées aux plans de la vitesse d'exécution et de la qualité d'impression. L'IFA a procédé à l'analyse de trois modèles d'imprimantes à jet d'encre (Georg et al. 2015). Comme attendu, aucune émission d'ozone n'a été constatée, du fait que ce type d'imprimante travaille à des températures moins élevées que les modèles à laser. Les concentrations de particules se situaient, avec 50 à 330 particules/cm³, à un niveau très faible et les accumulations (COV et COTV) étaient inférieures aux recommandations COVT (certificat allemand l'Ange bleu pour imprimantes respectueuses de l'environnement). Il va sans dire que ces résultats provisoires devront encore être confirmés par des essais supplémentaires.

3.2 Caractéristiques des émissions des imprimantes laser et des photocopieuses Toxicité dans le cadre d'expériences sur des animaux

Les expérimentations animales avec les toners ont montré que ceux-ci pouvaient être classés dans la catégorie des «poussières solides bio-persistantes sans toxicité significative connue». La poussière de toner contient des particules de type alvéolaire. Pour ce qui est des imprimantes, le diamètre des particules d'aérosols peut être inférieur à 100 nm (particules ultrafines).

Des expérimentations animales ont démontré que l'instillation directe de particules de toner provoquait une réaction inflammatoire des voies respiratoires et des poumons chez la souris (Bai R. et al.). Des études in vitro ont également permis d'observer des effets cytotoxiques sur des fibroblastes embryonnaires de souris, induits par des particules de toner (Dopp E. et al.).

En expérimentation animale, l'inhalation prolongée de hautes concentrations de ces poussières a provoqué une accumulation de celles-ci dans les tissus pulmonaires accompagnée d'inflammation chronique et de fibrose.

Les poussières de toner sont-elles cancérigènes?

Pour apprécier le potentiel cancérigène d'une substance, on se fonde sur des critères épidémiologiques tels que la fréquence de tumeurs dans certains groupes professionnels, sur des expérimentations animales dans des conditions analogues à celles des postes de travail, sur des travaux expérimentaux ainsi que sur des mesures de concentration dans l'air des places de travail.

Jusqu'ici, aucune étude épidémiologique n'est en mesure d'indiquer un lien entre les émissions de toner et un risque élevé de contracter une tumeur maligne des voies respiratoires. Une étude pilote menée pour examiner le statut oxydatif et la génotoxicité chez les travailleurs qui utilisent des photocopieuses a permis de déterminer un lien entre la durée d'exposition au travail, les lésions de l'ADN des lymphocytes mesurés au moyen d'un test comète et la formation de micronucléus dans les cellules de la muqueuse buccale (Kleinsorge et al.).

Des études d'inhalation in vivo effectuées sur des rats et des hamsters n'ont donné aucun indice de potentiel cancérigène. Une étude in vitro de l'Université de Freiburg im Breisgau a montré que les poussières de toner pouvaient avoir une action génotoxique. Pour en déterminer la cause, les auteurs ont analysé des métaux, des composants métalliques ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (Gminski R. et al.). Ils concluent que d'autres études supplémentaires doivent être menées pour évaluer la pertinence de ces observations in vitro pour les expositions aux poussières de toner dans les environnements privés ou professionnels.

L'institut de pathologie de l'université de Rostock a relaté l'histoire d'un technicien de service sur imprimantes et photocopieuses décédé d'un cancer du poumon chez qui l'on avait constaté des particules de toner dans la tumeur. Ce fait semble indiquer qu'il faille continuer d'analyser l'effet cancérigène des particules de toner. Toutefois, on ne saurait déduire une relation de causalité entre les émissions de poussière de toner et le cancer du poumon de ce patient.

Les poussières de toner ne sont pas mentionnées comme cancérigènes dans la liste des valeurs limites d'exposition suisses, ainsi que par des comités divers (International Agency for Research on Cancer IARC, Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG, American Conference of Industrial Hygienists ACGIH). Ces données ne permettant pas d'exclure de manière définitive le potentiel cancérigène des poussières de toner, il est important que les mesures recommandées par la Suva et par d'autres institutions en cas d'exposition potentielle à ces poussières soient mises en œuvre en application du principe de précaution.

Résultats des mesures

La connaissance des quantités exactes des émissions de toner produites par les imprimantes et les photocopieuses est indispensable pour se prononcer quant aux risques pour la santé des utilisateurs. Celles-ci dépendent de nombreux facteurs très divers tels que type de cartouche, température de fonctionnement, vitesse du procédé de copie et durée d'utilisation de l'appareil, pour n'en citer que quelques-uns.

En Allemagne, l'ancien «Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit BGIA» a procédé à de vastes campagnes de mesures lors de l'utilisation d'imprimantes noir-blanc et couleurs. Les résultats enregistrés dans les bureaux ont donné des valeurs de poussières respirables se situant entre 60 et 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, qu'il s'agisse d'imprimantes laser ou de photocopieuses. En Suisse, la valeur limite pour les poussières inhalable se situe à 10 mg/m^3 et à 3 mg/m^3 pour les poussières alvéolaires (situation 2013). En ce qui concerne les poussières de toner, de cobalt et de nickel, leur concentration dans la zone respiratoire des travailleurs était inférieure à celle rencontrée dans l'air extérieur. Pour les composés organiques volatils (COV), leur concentration se situait au niveau de celle rencontrée dans l'environnement, à savoir celui auquel tout un chacun est exposé dans la vie courante, donc bien au-dessous des valeurs limites d'exposition à ces substances aux postes de travail.

Lors d'investigations récentes recourant au monitoring biologique, aucune exposition dépassant celle de l'ensemble de la population n'a pu être mise en évidence pour les métaux lourds et les solvants, même en cas d'utilisation intensive de ces appareils.

L'université de Giessen a publié en 2007 les premiers résultats d'une étude pilote visant à évaluer les relations possibles entre les émissions des appareils de bureau, en particulier les photocopieuses et les imprimantes laser, et les atteintes à la santé chez des employés de bureau (Tonerstudie, directeur de recherche Pr V. H. Mersch-Sundermann). Cette étude a montré que, lors de la mise sous tension des imprimantes laser, c.-à-d. durant quelques minutes, la concentration en nombre de particules ultrafines peut augmenter de façon significative.

Le «Bundesinstitut für Risikobewertung» qui avait demandé cette étude a donc conclu que, au vu de ces résultats, il n'y avait pas lieu de craindre d'atteinte à la santé en raison des COV. L'exposition aux poussières se situait bien au-dessous de la valeur limite au poste de travail.

En 2008, l'Université de Giessen a publié d'autres résultats de cette étude pilote. Les concentrations en COV totaux atteignaient au plus 330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sans que l'on puisse observer une différence significative entre la phase d'impression et le mode veille. Pour aucun des composés organiques volatils (COV) analysés – soit le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, le propylbenzène, le xylène, le styrène et le limonène – les valeurs moyennes obtenues n'ont présenté de différences significatives entre le mode veille et la phase d'impression. Les concentrations en particules calculées par masse atteignaient de 20 à 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; durant l'impression, on a pu mesurer une augmentation de la concentration en particules par rapport au mode veille. Les concentrations en nombre de particules fines et ultrafines (0,01 – 1 μm) a augmenté au cours de l'impression. Dans deux tiers des bureaux, un pic de concentration a été observé au début du processus standard d'impression (jet d'encre initial); ce jet d'encre initial a en partie engendré une multiplication des concentrations en nombre de particules dans l'air des bureaux. Le monitoring biologique des métaux (cadmium, chrome et nickel) n'a pas révélé d'augmentation d'exposition à ces métaux lourds. Globalement, la plupart des paramètres ont affiché des concentrations situées dans l'ordre de grandeur de ce que l'on obtient habituellement pour les locaux d'habitation; ainsi, aussi bien du point de vue quantitatif que toxicologique, il n'a pas été possible de mettre en évidence des risques significatifs pour la santé ou l'hygiène des locaux liés aux émissions d'imprimantes laser ou de photocopieuses.

La Queensland University of Technology, Brisbane, a constaté dans le cadre d'une étude qu'une imprimante laser peut être source d'émission de particules ultrafines ou d'aérosols dont le taux varie selon le type d'appareils (Schripp T. et al.). Des examens médicaux n'ont pas été réalisés. Dans le rapport final des études, Save Work Australia a précisé en décembre 2011 que les émissions des imprimantes à laser étaient principalement constitués par la condensation d'aérosols volatils (COV) et de liaisons organiques peu à moyennement volatiles (COSV) et que les répercussions potentielles sur la santé étaient plutôt dues à la nature chimique des aérosols qu'aux propriétés physiques des particules. SWA conclut que les risques pour la santé résultant des émissions des imprimantes à laser étaient négligeables, hormis pour les personnes particulièrement sensibles.

Fiedler et al. ont évalué dans des conditions réelles les particules fines et ultrafines libérées par des imprimantes laser. Les examens n'ont montré aucune image uniforme de charge particulaire dans la pratique. Pendant la phase d'impression, on a observé une augmentation de la concentration du nombre de particules dans l'air de la pièce sans caractère de dépendance notable avec la taille de cette dernière. La concentration a généralement diminué quelques minutes après la phase d'impression, d'une part avec la répartition des particules dans l'air ambiant et d'autre part avec l'agglomération et le dépôt des particules. Les examens ont montré qu'on pouvait identifier une libération de particules fines et ultrafines dans l'air ambiant lors de l'utilisation d'imprimantes laser. Par rapport à l'air extérieur du bâtiment, les concentrations étaient plutôt faibles pendant et après l'impression.

3.3 Atteintes à la santé

On trouve dans la littérature scientifique des descriptions de cas individuels et quelques travaux faisant état d'atteintes à la santé suite à l'exposition à la poussière de toner. Rarement, des employés se sont plaints de troubles non spécifiques tels que démangeaisons et irritation de la peau, brûlure des yeux, toux, manque d'air et maux de tête. Dans les cas où des tests d'allergie avec les toners utilisés et des fonctions pulmonaires ont été effectués, aucune allergie n'a en général pu être démontrée. Les troubles mentionnés sont donc à considérer comme des réactions non spécifiques de type irritatif qu'il faut attribuer à de mauvaises conditions de travail ou à une sensibilité individuelle accrue. La littérature scientifique contient cependant quelques cas documentés d'allergies des voies respiratoires supérieures (rhinite allergique) ou inférieures (asthme).

Les rapports publiés en dehors de la littérature scientifique sur des atteintes fréquentes et parfois graves sont en général insuffisamment documentés (pathologies préexistantes, absence d'investigations médicales et d'analyse de l'hygiène au travail). Les conclusions qu'en tirent leurs auteurs sont fondées sur les descriptions subjectives et les impressions des personnes atteintes ou sur des informations rétrospectives recueillies par questionnaires. Elles ne permettent pas de conclure à l'heure actuelle de manière générale sur l'existence d'une relation de causalité scientifiquement fondée entre l'exposition aux poussières de toner et les atteintes à la santé décrites. Chaque cas doit par conséquent faire l'objet d'une appréciation individuelle.

Récemment, le Tribunal Fédéral a procédé à une telle appréciation individuelle dans le cas d'un technicien de service qui avait développé des troubles bronchiques dans le cadre de son activité professionnelle avec des imprimantes. Dans son jugement 8C_295/2012 du 15.4.2013, le Tribunal Fédéral est parvenu à la conclusion que les troubles devaient être considérés au degré de vraisemblance prépondérante à l'exposition de poussières de toner, de sprays et de solvants divers au poste de travail. Dans ce contexte, il convient de relever qu'il ne s'agissait pas d'une maladie professionnelle permanente (citation du jugement) du fait que les symptômes bronchiques décrits deux ans après que le technicien ait quitté son poste de travail n'étaient, selon les experts, pas dus à l'exposition aux imprimantes. D'autres facteurs, non liés au poste de travail, ont pu jouer un rôle ici.

Chez environ 600 travailleurs exposés professionnellement aux poussières de toner depuis plus de 20 ans (contact direct lors de la production de toner et du développement d'imprimantes et de photocopieuses, travaux de maintenance sur ces appareils), aucune altération des fonctions pulmonaires n'a été constatée en comparaison d'une population non exposée (Nakadate). En fonction des données disponibles, il est peu vraisemblable que l'exposition aux émissions d'imprimantes et de photocopieuses puisse entraîner chez l'homme des pathologies pulmonaires interstitielles de type pneumoconiose.

Une étude cas-témoins menée à Taiwan auprès de 74 travailleurs exposés et 69 travailleurs non exposés (Yang et al.) n'a révélé aucun lien significatif entre troubles aigus ou chroniques des voies respiratoires et le travail avec des photocopieuses.

Une étude cas-témoins menée au Japon auprès de 809 travailleurs exposés au toner et 805 témoins n'a révélé aucune différence significative (symptômes, tests de la fonction pulmonaire, analyses de sang et paramètres biochimiques) entre personnes exposées et personnes non exposées (Kitamura et al.).

Une étude menée auprès de plus de 33 000 travailleurs dans le domaine des photocopieuses (production et service à la clientèle) n'a révélé aucun risque de mortalité accrue liée à des néoplasies malignes, des cancers des poumons, des affections des voies respiratoires ou des maladies cardiovasculaires (Abraham et al.).

En complément des mesures citées ci-dessus (cf. «Résultat des mesures»), l'Université de Giessen a mené une étude clinique sur des personnes à leur poste de travail (publications 2007 et 2008). 69 personnes travaillant dans quatre groupes de bureaux différents ont été examinées. On a comparé les résultats de 36 personnes qui se plaignaient de troubles liés à leur lieu de travail, de 7 personnes se déclarant victimes du toner et de 26 personnes n'exprimant aucune plainte de ce type. La recherche a porté sur la présence de signes inflammatoires ou d'allergies. Il a été souligné que le mode de recrutement excluait un échantillon représentatif, les participants à l'étude ayant été sélectionnés dans des «points chauds» (NdT: sites critiques où des plaintes avaient été émises). Les personnes avec des troubles liés à leur poste de travail ne présentaient pas une fréquence accrue de maladies antérieures. Avec les paramètres choisis (CRP, oxyde d'azote dans l'air expiré, anticorps anti-allergènes), aucun signe de réaction inflammatoire des voies respiratoires, d'inflammation générale ou de risque accru d'allergies n'a pu être mis en évidence chez ces personnes qui avaient exprimé des plaintes liées à leur poste de travail. Des signes d'irritations locales ont

par contre été observés. Reste posée la question si l'existence d'une sensibilité accrue des voies respiratoires pouvait être liée à des émissions d'imprimantes.

Le «Bundesinstitut für Risikobewertung», qui avait commandité cette étude, a conclu qu'il était difficile d'apprécier si et dans quelle mesure des troubles subjectifs, des paramètres objectifs et les mesures d'émissions pouvaient être corrélés et que, dans son ensemble, cette étude ne permettait pas d'imputer des troubles de santé spécifiques aux émissions de toner. Cette étude pilote démontre que chez des employés de bureau, des troubles attribués au travail peuvent survenir, mais qu'ils peuvent avoir les origines les plus diverses. Il n'est pas possible de tirer des conclusions sur la fréquence de ces troubles à partir de cette étude pilote en raison du biais de recrutement mentionné plus haut. Elle permet cependant d'affirmer qu'il n'existe pas d'évidence que ces plaintes soient corrélées avec une inflammation générale ou des voies respiratoires ni avec des allergies.

Une étude de la DGUV (assurance légale allemande contre les accidents) portant sur les expositions de courte durée aux émissions d'imprimantes et de photocopieuses (Seeger et al. 2014) a démontré que les effets étaient très faibles et insignifiants sur le plan statistique et qu'il n'y avait pas lieu de s'inquiéter sur le plan clinique (troubles potentiels ne pouvant pas être associés aux imprimantes laser). Il convient de préciser que les sujets ayant participé à cette étude étaient (selon leurs propres affirmations) très sensibles aux émissions des imprimantes laser.

3.4 Conclusions

Les toners sont constitués de particules de produits thermoplastiques (polymères) auxquelles sont liés des pigments. Leur diamètre se situe en général entre 2 et 10 μm avec une valeur médiane de 5 μm . Les toners doivent donc être classés dans les poussières alvéolaires. Ces particules de polymères ne sont pas hydrosolubles et sont donc biopersistantes dans les milieux biologiques. Elles sont considérées comme biologiquement inertes. Aux concentrations rencontrées dans la pratique, leur toxicité en expérimentation animale est faible. Les imprimantes laser et les photocopieuses peuvent, en cours de fonctionnement, émettre dans l'environnement des COV, de l'ozone et d'autres substances telles que composés d'étain et métaux lourds. Les concentrations de ces substances dans l'air ambiant restent cependant très au-dessous des valeurs limites d'exposition en vigueur. Les analyses effectuées dans le cadre du monitoring biologique chez des personnes travaillant en contact étroit avec des imprimantes laser et des photocopieuses n'ont montré aucun signe d'accumulation de métaux lourds ni de résorption de solvants. Reste seule ouverte la question de l'importance qu'il faut attribuer à l'émission de particules ultrafines durant quelques minutes lors de la mise en route des imprimantes laser.

Les cas rapportés à ce jour dans la littérature montrent que des personnes souffrant d'une hyperréactivité nasale ou bronchique non spécifique peuvent présenter des symptômes tels qu'irritation nasale, rhinite, toux et difficultés respiratoires. Il s'agit en général d'une réaction d'hypersensibilité non spécifique, de nature irritative, causée par ces émissions et qui peut être prévenue par une amélioration des conditions d'hygiène du poste de travail. D'authentiques cas d'allergies respiratoires aux toners n'ont été que très rarement

documentés. L'étude pilote conduite par l'université de Giessen n'a pu mettre en évidence aucune réaction inflammatoire des voies respiratoires ou de l'organisme ni d'allergies imputable aux émissions de toner. Les études épidémiologiques récentes ne révèlent pas non plus de différences significatives (symptômes, fonction pulmonaire et mortalité) entre travailleurs exposés et travailleurs non exposés.

Un potentiel cancérigène n'est pas exclu, mais ne peut pas encore être apprécié de manière définitive au vu des données actuellement disponibles. C'est pourquoi il faut impérativement observer les mesures de prévention comme recommandées par la Suva et d'autres institutions.

Les valeurs limites d'exposition ne peuvent pas fixer de frontière claire entre des concentrations «non dangereuses» et «dangereuses», car des problèmes de santé ne peuvent pas être exclus, même en respectant ces limites. Pour ces personnes, des solutions individuelles doivent être trouvées. Il peut s'agir par exemple d'une meilleure ventilation des locaux ou du déplacement de l'imprimante ou de la photocopieuse dans une pièce séparée. En outre, le remplacement de vieux modèles par des appareils récents produisant moins d'émissions et le choix d'un type de toner pourvu d'un certificat de protection de l'environnement ou encore le remplacement de l'imprimante laser par une imprimante à jet d'encre doivent être envisagés (utilisation d'un appareil portant le label «l'Ange bleu»). En cas de plaintes, il faut toujours commencer par vérifier l'état de maintenance de l'appareil. Si les troubles persistent, il faut poursuivre les investigations et les mesures d'amélioration.

La Suva se tient au courant des nouveaux développements en la matière.

4. Bibliographie

- Abraham A.G. et al.: Retrospective mortality study among employees occupationally exposed to toner. *J Occup Environ Med* 2010; 52: 1035-1041
- Bai R. et al.: Pulmonary responses to printer toner particles in mice after intratracheal instillation. *Toxicol Lett* 2010; 199: 288-300
- Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin, Institut der Ruhr - Universität Bochum: Gesundheitsgefahren durch Tonerstäube
- Brand P. et al.: Nanopartikel - Emissionen bei Laserdruckern. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2010; 45: 351
- Bundesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund-Dorstfeld: Kopiergeräte und Drucker im Büro
- Dopp E. et al.: Zelluläre Aufnahme und Toxizität von Tonerpartikeln in vitro. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2009; 44: 188-189
- Evers U., Nowak D.: Erkrankungen durch Emissionen aus Laserdruckern und Kopiergeräten?; *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft* 2006; 66: 203-210
- Fiedler J., Kura J., Moriske H.-J., Pietsch A.: Freisetzung feiner und ultrafeiner Partikeln aus Laserdruckern unter Realraumbedingungen. *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft* 2009; 69: 77 - 82
- Fraunhofer Wilhelm-Klauditz-Institute (WKI): Measurement and characterization of UFP emissions from hardcopy devices in operation. www.wki.fraunhofer.de
- Georg H. et al.: Tintenstrahldrucker – Emissionsmessungen am Tonerprüfstand. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 2015: 75: 231-4
- Gminski R., Mersch-Sundermann V.: Gesundheitliche Bewertung der Exposition gegenüber Tonerstäuben und gegenüber Emissionen aus Laserdruckern und Kopiergeräten – aktueller Erkenntnisstand; *Umwelt Med Forsch Prax* 2006; 11: 269-300
- Gminski R., Decker K., Heinz Ch., Mersch-Sundermann V.: Cytotoxic and genotoxic effects of three representative reprographic toner dusts and their dimethyl sulfoxide (DMSO) extracts on cultured human epithelial A 549 lung cells in vitro N-s. *Arch Pharmacol*, 2008; 377 Suppl. 1 : 82 – 82
- Gminski R. et al.: Genotoxic effects of three selected black toner powders and their dimethyl sulfoxide extracts in cultured human epithelial A549 lung cells in vitro. *Environ Mol Mutagen* 2011; 52: 296-309

- Hahn J.U. et al.: Kriterienkatalog zur Prüfung von Tonerstäuben; Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 2004; 64: 21 – 27
- Hänninen O. et al.: Occupational and consumer risk estimates for nanoparticles emitted by laser printers. J Nanopart Res 2010; 12: 91-99
- Herr C. et al.: Pilotstudie Evaluierung möglicher Beziehungen zwischen Emissionen aus Büromaschinen, insbesondere aus Fotokopierern und Laserdruckern und Gesundheitsbeeinträchtigungen bzw. Gesundheitsschäden bei exponierten Büroangestellten. Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Universität Giessen 2007.
- Jungnickel F., Kubina A., Fischer H.: Benzolemissionen aus Laserdruckern und Kopierern; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 2003; 63: 193 – 196
- Kitamura H. et al.: Cross-sectional study on respiratory effect of toner exposed work in manufacturing plants, Japan: pulmonary function, blood cells, and biochemical markers. Hum Exp Toxicol 2009; 28: 331-338
- Kleinsorge E.C. et al.: Assessment of oxidative status and genotoxicity in photocopier operators: a pilot study. Biomarkers 2011: 16: 642-648
- Mersch-Sundermann V.H.: Pilotstudie Evaluierung möglicher Beziehungen zwischen Emissionen aus Büromaschinen, insbesondere aus Fotokopierern und Laserdruckern und Gesundheitsbeeinträchtigungen bzw. Gesundheitsschäden bei exponierten Büroangestellten, „Tonerstudie“. Institut für Innenraum- und Umwelttoxikologie, Universitätsklinikum Giessen. 2007
- Mersch-Sundermann V.H. et al.: Abschlussbericht Pilotstudie Evaluierung möglicher Beziehungen zwischen Emissionen aus Büromaschinen, insbesondere aus Fotokopierern und Laserdruckern, und Gesundheitsbeeinträchtigungen bzw. Gesundheitsschäden bei exponierten Büroangestellten. Auftraggeber Bundesinstitut für Risikobewertung BfR 2008.
- Möller A., Wensing M., Pflaumbaum W., Blome H.: Untersuchung von Emissionen aus Bürogeräten; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 2003; 63: 71 – 77
- Möller A. et al.: Biologische Verfahren zur Abschätzung des Gefährdungspotenzial von Tonerstäuben; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 2004; 64: 13 – 20
- Nakadate T et al.: A cross sectional study of the respiratory health of workers handling printing toner dust. Occup Environ Med 2006; 63: 244-249
- Nies E., Blome H., Brüggemann-Priesshoff H.: Charakterisierung von Farbtonern und Emissionen aus Farbfotokopierern/Farblaserdruckern; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 2000: 60: 435 – 441
- Safe Work Australia: Brief Review on Health Effects of Laser Printer Emissions Measured as Particles, December 2011. www.safeworkaustralia.gov.au

- Schripp T., Mulakampilly S. J., Delius W., Uhde E., Wensing M., Salthammer T., Kreuzig R., Bahadir M., Wang L., Morawska L.: Comparison of ultrafine particle release from hardcopy devices in emission test chambers and office rooms; Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 2009; 69: 71 – 76
- Seeger S. et al: Untersuchung möglicher gesundheitlicher Gefährdungen durch Drucker- und Kopierer-Emissionen (DGUV, Kennziffer FP 294). Abschlussbericht der Projektpartner, Mai 2014.
- Siegmann S. und Jansing P.-J.: Innenraumbelastung durch Laserdrucker und Fotokopiergeräte; Praktische Arbeitsmedizin 2005; 2: 6-11
- Smola T., Georg H. , Hohensee H.: Gesundheitsgefahren durch Laserdrucker? Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 2002; 62: 295 – 301
- Thüringer Ministerium für Soziales, Familie und Gesundheit: Gefahrstoffe im Büro; 3. aktualisierte Auflage
- Verwaltungs-Berufsgenossenschaft VBG, Hamburg: Laserdrucker sicher betreiben, Ausgabe März 2006
- Yang C.Y., Haung Y.C.: A cross-sectional study of respiratory and irritant health symptoms in photocopier workers in Taiwan. J Toxicol Environ Health 2008; 71: 1314-1317