

# Vos questions/nos réponses

## Toners de photocopieurs et d'imprimantes laser : quels sont les risques pour la santé ?



La réponse des docteurs Laureline Coates et Stéphane Malard,  
département Études et assistance médicales, INRS

Annule et remplace la QR 46 parue en 2010 dans la revue  
*Documents pour le Médecin du Travail*

### Médecin du travail, j'aimerais connaître les risques pour la santé des travailleurs exposés aux toners des photocopieurs et des imprimantes laser ?

Les toners se composent de fines particules de matière plastique (co-polymères de styrène et d'acrylates, polyesters...) associées à du noir de carbone ou de l'oxyde de fer pour les impressions en noir et blanc ou à des pigments organiques pour les impressions couleurs. On peut y retrouver également de nombreux composés métalliques à l'état de traces (chrome, titane, cobalt, zinc...). La taille de ces particules se situe généralement dans la gamme de 2 à 10 µm avec une médiane à 5 µm. Les variations de granulométrie des particules sont à mettre en rapport avec les différents procédés de fabrication existants (polymérisation, pulvérisation) plutôt qu'avec la variabilité granulométrique d'un même échantillon. Les fabricants ont tendance à sélectionner les particules dans cette gamme étroite de taille afin d'optimiser leurs procédés. Il est peu probable de retrouver une proportion importante de particules de granulométrie inférieure à 100 nm dans les cartouches de toners. Toutefois, leur présence ne peut être formellement exclue. Seule une caractérisation précise de ces poussières permettrait de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

Il est nécessaire de distinguer plusieurs scénarios d'exposition : d'une part l'exposition aux particules issues directement des cartouches de toners (unités de production des poudres, recyclage des cartouches, opérations de maintenance et de réapprovisionnement des machines...), d'autre part l'exposition à des émissions complexes générées lors des phases d'impression des photocopieurs et des imprimantes.

Lors du fonctionnement de l'imprimante ou du photocopieur, la fusion du toner d'une part et le

chauffage du papier d'autre part, vont entraîner la libération de gaz comme l'ozone, de composés organiques volatils (styrène, toluène, xylène, aldéhydes, cétones...) et de poussières issues du papier et des différentes substances composant le toner. En plus de l'émission de fines particules, des poussières dont la taille est inférieure ou égale à 100 nm, dites « ultrafines », sont susceptibles d'être générées dans ce cas. Les données issues des campagnes de mesure sur les lieux de travail tendent à rassurer. Les mesures des concentrations en poussières respirables, en composés métalliques et en composés organiques volatils se situent très en deçà des valeurs admissibles, souvent proches des valeurs environnementales. Les études incluant une surveillance biologique des expositions aux métaux lourds et aux solvants réalisées chez des salariés travaillant près d'imprimantes laser ou de photocopieurs sont également rassurantes. La récente revue de Gu et al. [1] souligne la faible émission de particules solides lors d'impression laser (moins de 2 % de l'émission globale) et le faible risque pour la santé qui leur serait associé en comparaison du risque lié aux particules présentes dans l'air ambiant (bureau, domicile) du fait d'autres sources de pollution.

L'évaluation de la toxicité des poussières de toners est rendue difficile par le fait que les différentes substances les constituant ne sont pas libres les unes par rapport aux autres mais sont liées à une matrice plastique. L'approche qui consisterait à se baser sur les données toxicologiques relatives aux noirs de carbone et aux autres composés minéraux et organiques est probablement inappropriée car elle ne tient pas compte de leurs biodisponibilités respectives. Il est préférable de considérer les études concernant les poussières de toners proprement dites. D'autre part, il est important de souligner la difficulté d'extrapoler les

résultats des études menées *in vitro* ou chez l'animal aux conséquences d'une exposition professionnelle. Chez l'animal, la plupart des études indiquent qu'une exposition aiguë ou chronique aux poudres de toner induit une inflammation pulmonaire associée à un stress oxydant [2]. Une fibrose pulmonaire a également été décrite lors d'inhalation subchronique ou chronique à fortes doses, vraisemblablement du fait d'un phénomène de surcharge conduisant à un dépassement des capacités d'épuration pulmonaire [3]. Par exemple dans l'étude Mulhe et al., une fibrose pulmonaire faible à modérée est observée chez 22 % des rats lors d'une exposition par inhalation à 4 mg/m<sup>3</sup> pendant 24 mois ; et chez 92 % des rats lors d'une exposition à 16 mg/m<sup>3</sup> pendant 24 mois [4]. Chez l'homme, ce phénomène de surcharge est improbable dans des conditions d'expositions professionnelles habituelles.

Le caractère oxydant et inflammatoire des émissions de photocopieurs est également rapportée par des études menées sur des cellules humaines de personnes exposées de façon chronique [2].

Chez les travailleurs exposés à des poussières de toners et/ou à des émissions d'imprimantes laser, les plaintes les plus fréquemment rapportées sont des signes d'irritation des voies aériennes supérieures (toux, expectorations...), des yeux, et de la peau [5 à 7].

Des publications isolées font état de légères anomalies aux épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR) ou à la radiographie pulmonaire dans quelques cas d'exposition chronique et continue (généralement plus de 10 ans), ou encore de pathologies pulmonaires non cancéreuses (un cas de pneumonie granulomateuse avec lymphadénopathie médiastinale, un cas de sidéro-silicose, deux cas de pneumopathies interstitielles à cellules géantes) chez des travailleurs exposés de façon prolongée [6, 8 à 10]. Si ces données limitées ne permettent pas de conclure de façon formelle sur l'existence d'un lien de causalité entre l'exposition professionnelle aux poussières de toners ou aux émissions de photocopieurs et la survenue de pathologie respiratoire chronique, la vigilance reste de mise.

Des sensibilisations cutanées et respiratoires à certaines substances contenues dans les toners sont également décrites [11, 12]. Un cas d'allergie cutanée au quaternium-15 ainsi qu'un cas bien documenté d'asthme et de rhinite allergique au méthacrylate de méthyle ont notamment été rapportés chez des salariés exposés à des émissions de photocopieurs.

La génotoxicité des particules de toners est mise en évidence dans certaines études (test des micronoyaux, des comètes, d'aberrations chromosomiques...), notamment dans des études menées sur des cellules de travailleurs exposés, mais elle n'est pas constamment retrouvée, vraisemblablement du fait de la variété des matériels testés dans les études [2, 13].

S'agissant de l'évaluation du potentiel cancérigène, à ce jour, aucune étude épidémiologique n'a pu mettre en évidence de lien de causalité entre l'exposition à des poussières de toners et la survenue de cancers chez des travailleurs exposés. Dans les études réalisées chez l'animal, une augmentation des tumeurs pulmonaires a été mise en évidence chez le rat après administration directe dans les voies respiratoires de fortes doses de poussières de toner mais pas dans le cas des expérimentations par inhalation. Ces données ne sont pas suffisantes pour extrapoler ce danger à l'homme.

La question de la toxicité des poussières ultrafines reste ouverte. Les paramètres de déposition dans les voies respiratoires ainsi que la toxicité intrinsèque de ces particules sont à distinguer de ceux des particules de taille plus grossière de même nature chimique. Les données toxicologiques les concernant sont malheureusement encore fragmentaires [14]. Il est toutefois admis que le dépôt alvéolaire, la réactivité et les effets inflammatoires pulmonaires des particules ultrafines sont plus importants que ceux des particules micro ou macroscopiques de même nature chimique. Récemment, une équipe américaine s'est intéressée aux effets cardiovasculaires des nanoparticules émises par les imprimantes. Une première étude menée chez le rat suggère une augmentation du risque cardiovasculaire du fait d'une altération de la fonction ventriculaire, de l'induction d'une hypertension et d'une arythmie (exposition à des particules dont le diamètre médian est entre 39 et 49 nm, par inhalation pendant 21 jours, 5 h/jour, concentration moyenne de 0,5 million particules/cm<sup>3</sup> ou 71,5 µg/m<sup>3</sup>) [15]. Ces résultats ont été complétés par une analyse à l'aide de plusieurs techniques à haut débit de type « omiques » (métabolomique, transcriptomique, lipidomique) sur un modèle rat montrant une perturbation de plusieurs voies/activités moléculaires, notamment cardiovasculaires et métaboliques [16].

Compte tenu de l'ensemble des données disponibles sur la toxicité des toners et des signaux d'alertes existants concernant les particules ultrafines, il convient de prendre des mesures de prévention visant à limiter les expositions cutanées et respiratoires

aux poussières de toners principalement lors des phases de production des poudres, de maintenance des machines et de recyclage des cartouches : se reporter aux instructions d'emploi et de maintenance du fabricant, placer la machine dans un local suffisamment grand et ventilé, porter des gants pour le remplissage des réservoirs d'encre... [17].

Concernant le suivi en santé au travail, en l'absence de recommandations spécifiques pour ces travailleurs, le médecin du travail organise le suivi en fonction de sa connaissance du poste de travail et de l'état clinique

du salarié. Une attention particulière est à porter aux voies respiratoires, aux yeux et à la peau, à la recherche notamment de signes d'irritation ou d'allergie. La périodicité des examens médicaux et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires sont déterminées par le médecin du travail en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition. La réalisation initiale d'une EFR peut par exemple être discutée pour servir de référence.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 | GU J, KARRASCH S, SALTHAMMER T - Review of the characteristics and possible health effects of particles emitted from laser printing devices. *Indoor Air*. 2020 ; 30 (3) : 396-421.
- 2 | DESMOND C, VERDUN-ESQUER C, RINALDO M, COURTOIS A ET AL. - Mise au point sur les risques toxiques lors de l'utilisation professionnelle des photocopieurs. *Arch Mal Prof Environ*. 2015 ; 76 (5) : 498-507.
- 3 | MORIMOTO Y, OYABU T, HORIE M, KAMBARA T ET AL. - Pulmonary toxicity of printer toner following inhalation and intratracheal instillation. *Inhal Toxicol*. 2013 ; 25 (12) : 679-90.
- 4 | MUHLE H, BELLMANN B, CREUTZENBERG O, DASENBROCK C ET AL. - Pulmonary response to toner upon chronic inhalation exposure in rats. *Fundam Appl Toxicol*. 1991 ; 17 (2) : 280-99. Erratum in: *Fundam Appl Toxicol*. 1991 ; 17 (4) : 827.
- 5 | KITAMURA H, OGAMI A, MYOJO T, OYABU T ET AL. - Health Effects of Toner Exposure Among Japanese Toner-Handling Workers: A 10-Year Prospective Cohort Study. *J UOEH*. 2019 ; 41 (1) : 1-14.
- 6 | NAKADATE T, YAMANO Y, YAMAUCHI T, OKUBO S ET AL. - Assessing the chronic respiratory health risk associated with inhalation exposure to powdered toner for printing in actual working conditions: a cohort study on occupationally exposed workers over 10 years. *BMI Open*. 2018 ; 8 (10) : e022049.
- 7 | IKEGAMI K, HASEGAWA M, ANDO H, HATA K ET AL. - A cohort study of the acute and chronic respiratory effects of toner exposure among handlers: a longitudinal analyses from 2004 to 2013. *Ind Health*. 2016 ; 54 (5) : 448-59.
- 8 | GALLARDO M, ROMERO P, SÁNCHEZ-QUEVEDO MC, LÓPEZ-CABALLERO JJ - Siderosilicosis due to photocopier toner dust. *Lancet*. 1994 ; 344 (8919) : 412-13.
- 9 | ARMBRUSTER C, DEKAN G, HOVORKA A - Granulomatous pneumonitis and mediastinal lymphadenopathy due to photocopier toner dust. *Lancet*. 1996 ; 348 (9028) : 690. Comment in: Wieriks J - Photocopier toner dust and lung disease. *Lancet*. 1996 ; 348 (9040) : 1518-19.
- 10 | SARWATE M, VRBENSKA A, CUMMINGS K, TAZELAAR HD - Unusual pneumoconiosis in two patients with heavy print toner, and paper dust exposure. *Am J Ind Med*. 2020 : 1-7.
- 11 | WITCZAK T, WALUSIAK J, RUTA U, PALCZYNSKI C - Occupational asthma and allergic rhinitis due to xerographic toner. *Allergy*. 2003 ; 58 (9) : 957.
- 12 | ZINA AM, FANAN E, BUNDINO S - Allergic contact dermatitis from formaldehyde and quaternium-15 in photocopier toner. *Contact Dermatitis*. 2000 ; 43 (4) : 241-42.
- 13 | KASI V, ELANGO N, ANANTH S, VEMBHU B ET AL. - Occupational exposure to photocopiers and their toners cause genotoxicity. *Hum Exp Toxicol*. 2018 ; 37 (2) : 205-17.
- 14 | PIRELA SV, MARTIN J, BELLO D, DEMOKRITOU P - Nanoparticle exposures from nano-enabled toner-based printing equipment and human health: state of science and future research needs. *Crit Rev Toxicol*. 2017 ; 47 (8) : 678-704. Erratum in: *Crit Rev Toxicol*. 2017 ; 47 (8) : i.
- 15 | CARLL AP, SALATINI R, PIRELA SV, WANG Y ET AL. - Inhalation of printer-emitted particles impairs cardiac conduction, hemodynamics, and autonomic regulation and induces arrhythmia and electrical remodeling in rats. *Part Fibre Toxicol*. 2020 ; 17 (1) : 7.
- 16 | GUO NL, POH TY, PIRELA S, FARCAS MT ET AL. - Integrated Transcriptomics, Metabolomics, and Lipidomics Profiling in Rat Lung, Blood, and Serum for Assessment of Laser Printer-Emitted Nanoparticle Inhalation Exposure-Induced Disease Risks. *Int J Mol Sci*. 2019 ; 20 (24) : 6348.
- 17 | Risques pour la santé représentés par les imprimantes laser, les photocopieuses et le toner. Factsheet. SUVA, 2015 (<https://www.suva.ch/fr-CH/materiel/fiche-thematique/risques-pour-la-sante-representes-par-les-imprimantes-laser-les-photocopieuses-et-le-toner#sch-from-search&mark=toner>).