

ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES ASSOCIÉS À L'EXPOSITION ENVIRONNEMENTALE PAR INHALATION CHRONIQUE DE COMPOSÉS CHIMIQUES RETROUVÉS DANS LES STRUCTURES HOSPITALIÈRES, LIBÉRALES ET MÉDICO-SOCIALES

A. Colas^{*1,2}, A. Baudet³, et A. Florentin^{1,4}

¹ CHRU-Nancy, Département Territorial d'hygiène et de prévention du risque infectieux, F-54000 Nancy, France

² Université de Lorraine, Faculté de Médecine, Département d'Hygiène, de Prévention des Risques Environnementaux et Associés aux Soins, Nancy, F-54000, France

³ Faculté d'Odontologie de Lorraine, Université de Lorraine, 54505 Vandoeuvre-les Nancy, France

⁴ Université de Lorraine, Faculté de Médecine, département DHREAS et APEMAC, équipe MICS, Nancy, F-54000, France

* Courriel de l'orateur : anais.colas@univ-lorraine.fr

INDOOR AIR QUALITY: RISK ASSESSMENT IN HOSPITALS, MEDICAL-SOCIAL AND LIBERAL FACILITIES

RESUME

En milieu hospitalier, la maîtrise de la qualité de l'air est un enjeu majeur, notamment dans le cadre de la prévention des infections associées aux soins. Mais en dehors du risque infectieux, la pollution de l'air, néfaste pour les individus, y est peu étudiée. A partir de précédentes campagnes de mesures ambiantes, l'objectif principal de ce travail était de mener une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) associés à l'exposition environnementale par inhalation chronique de composés chimiques retrouvés dans les structures hospitalières, libérales ou médico-sociales. La probabilité et la gravité des effets indésirables susceptibles de se produire était évaluée par le calcul du quotient de danger (QD) pour les effets déterministes ou de l'excès de risque individuel (ERI) pour les effets stochastiques. Les trois composés présentant les concentrations moyennes les plus élevées dans l'ensemble des structures étaient l'éthanol (358,7 µg/m³), l'isopropanol (27,4 µg/m³) et l'acétone (26,3 µg/m³). Les concentrations des différents polluants mesurées dans les structures libérales et médico-sociales étaient supérieures à celles mesurées dans les structures hospitalières, en lien avec un système de traitement de l'air plus optimal à l'hôpital. Aucun QD n'était supérieur à 1 et seules 3 molécules présentaient un QD au-delà de 0,1. Seuls les ERI du formaldéhyde en milieu libéral et médico-social étaient supérieurs à 1.10⁻⁵ avec une valeur maximale de 3,8.10⁻⁵ pour les médecins généralistes. A l'exception du formaldéhyde, le risque sanitaire pour l'inhalation chronique des composés investigués ne semble pas préoccupant. Néanmoins, certaines valeurs ont tendance à s'approcher des seuils d'acceptabilité justifiant une réflexion sur la mise en place d'actions correctives, notamment l'implantation de systèmes de ventilation, absents de la majorité des cabinets libéraux ici investigués.

ABSTRACT

In hospitals, indoor air quality is a major issue, particularly in the field of infection control and prevention. But apart from the risk of infection, air pollution, is little studied. In order to assess levels of pollution in these environments. From previous environmental measurement campaigns, the main objective of this work was to conduct a quantitative health risk assessment of the chronic inhalation of chemical compounds found in hospital and in medical-social and liberal facilities. Chemical compounds retrieved at the highest median concentration and frequencies were ethanol (358,7 µg/m³), isopropanol (27,4 µg/m³) and acetone (26,3 µg/m³). The concentrations of the various pollutants measured in medical-social and liberal facilities were generally higher than those measured in hospitals. No HQ was greater than 1 and only 3 compounds had a QD above 0.1. Only formaldehyde EIR in medical-social and liberal facilities were greater than 1.10⁻⁵ with a maximum value of 3.8.10⁻⁵ for general practitioners. With the exception of formaldehyde, the health risk for chronic inhalation of the compounds investigated does not appear to be of concern. Nevertheless, some values tend to approach the acceptability thresholds justifying a reflection on the implementation of corrective actions like the installation of ventilation systems, absent from the majority of the liberal practices here investigated.

MOTS-CLÉS : qualité de l'air intérieur, composés organiques, évaluation du risque sanitaire

KEYWORDS: indoor air quality, organic compounds, risk assessment

1. INTRODUCTION

En milieu hospitalier, la maîtrise de la qualité de l'air est un enjeu majeur, notamment dans le cadre de la prévention des infections associées aux soins. Mais en dehors du risque infectieux, la pollution de l'air, néfaste pour les individus, y est peu étudiée. Afin d'évaluer le niveau de pollution de ces environnements, des projets de recherche français ont été développés, d'abord en 2013 dans les établissements hospitaliers (QAIHOSP) puis en 2017 dans les structures libérales et médico-sociales (MédiQAI) (Baurès *et al.*, 2018). Différentes concentrations ambiantes de composés chimiques ont été mesurées dans des locaux stratégiques.

A partir de ces données, l'objectif principal de ce travail était de mener une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) associés à l'exposition environnementale par inhalation chronique de composés chimiques retrouvés dans les structures hospitalières, libérales ou médico-sociales. L'objectif secondaire était d'interpréter ces résultats afin de définir des priorités d'action ou de recherche dans l'amélioration de la qualité de l'air intérieur au sein de ces structures.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Identification des dangers et estimation de la relation dose-effet

Les molécules d'intérêts sélectionnées étaient les molécules recherchées dans les études MediQAI et QAIHOSP (sélectionnées initialement à partir des résultats de l'étude de faisabilité AICHA qui a permis d'identifier les molécules chimiques qui présentaient un danger et pourraient potentiellement générer un risque en établissements de soins (Berrubé *et al.*, 2013)).

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) utilisées étaient celles établies par des instances reconnues. La voie d'exposition d'intérêt était l'inhalation chronique. Selon les mécanismes d'action connus ou supposés des polluants, les effets avec seuil (effets déterministes) et/ou sans seuil (effets stochastiques) ont été retenus.

2.2. Evaluation des expositions

La méthode d'évaluation du risque sanitaire proposée ici était une approche quantitative construite à partir de mesures d'ambiance de la qualité de l'air intérieur. Les résultats des campagnes de mesures des études QAIHOSP et MédiQAI ont été utilisés. Les campagnes de prélèvements concernaient deux sites géographiques : Nancy et Rennes. Pour chaque lieu, deux campagnes ont été réalisées : une en été puis une en hiver. Les molécules communes aux deux études ont été incluses dans l'évaluation du risque, soit 36 composés organiques volatils (COV) et 13 composés organiques semi volatils (COSV).

Les données d'exposition, recueillies dans l'étude QAIHOSP à partir de questionnaires ont été réutilisées. Quatre scénarios hospitaliers ont été élaborés : aide-soignant en charge de la désinfection des endoscopes ; technicien de laboratoire de parasito-mycologie ; infirmier diplômé d'état (IDE) en service de médecine et IDE en salle de soins post-interventionnels (SSPI).

Concernant les structures libérales et médico-sociales, un questionnaire sur les habitudes de fréquentation des locaux a été créé puis transmis aux différentes structures partenaires nancéennes de l'étude MédiQAI. Les moyennes des données recueillies ont ensuite été calculées pour chaque catégorie socioprofessionnelle, huit scénarios ont été élaborés : assistant dentaire, chirurgien-dentiste ; médecin généraliste ; IDE, aide-soignant (AS) et résident en EHPAD ; pharmacien et préparateur en pharmacie.

2.3. Caractérisation du risque

La probabilité et la gravité des effets indésirables susceptibles de se produire était évaluée par le calcul du quotient de danger (QD) pour les effets déterministes ou de l'excès de risque individuel (ERI) pour les effets stochastiques.

Les indicateurs ont été calculés pour une exposition carrière complète (40 ans). Concernant les résidents en EHPAD, nous avons utilisé la durée moyenne de séjour soit 2 ans et 11 mois (Muller & Roy, 2018).

3. RESULTATS

3.1. Mesures ambiantes

Les trois COV présentant les concentrations moyennes les plus élevées dans l'ensemble des structures étaient l'éthanol (358,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), l'isopropanol (27,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et l'acétone (26,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les concentrations des

différents polluants mesurés dans les structures libérales et médico-sociales étaient globalement supérieures à celles mesurées dans les structures hospitalières à l'exception de l'éther et du toluène où des concentrations importantes ont été mesurées dans les laboratoires de parasito-mycologie (toluène : $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$; éther : $40,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.2. Concentrations inhalées (Ci)

L'éthanol est le COV le plus inhalé pour toutes les catégories professionnelles ainsi que le résident de l'EHPAD. L'AS en EHPAD est la plus exposée ($51,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et l'AS en endoscopie la moins exposée ($5,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les autres molécules présentant les Ci les plus élevées étaient : l'acétone, l'isopropanol, le formaldéhyde, le toluène et le limonène. Les Ci pour ces autres composés étaient toutes inférieures à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.3. Effets déterministes

Pour le secteur libéral et médico-social, aucun QD n'était supérieur à 1 et seules trois molécules présentaient un QD au-delà de 0,1 : l'éthylbenzène, le 2-éthyl-1-hexanol et l'acétone. Le QD le plus élevé avait pour valeur 0,24 et concernait l'exposition à l'éthylbenzène par inhalation chronique des chirurgiens-dentistes. Concernant les COSV, tous les QD étaient inférieurs à 0,001. Les cabinets dentaires présentaient des valeurs supérieures aux autres professions.

Pour les établissements hospitaliers, aucun QD n'était supérieur à 1 et seules cinq molécules présentaient un QD au-delà de 0,01 : l'éthylbenzène, le 2-éthyl-1-hexanol, l'acétone, l'acétaldéhyde et le propionaldéhyde. Le QD le plus élevé avait pour valeur 0,06 et concernait l'exposition à l'éthylbenzène par inhalation chronique des techniciens de laboratoires. Concernant les COSV, tous les QD étaient inférieurs à 0,001.

3.4. Effets stochastiques

Pour le secteur libéral et médico-social, tous les ERI du formaldéhyde (sauf pour le résident d'EHPAD) étaient supérieurs à 1.10^{-5} . Seules deux autres molécules présentaient un ERI au-delà de 1.10^{-6} : le benzène et l'acétaldéhyde. L'ERI le plus élevé avait pour valeur $3,8.10^{-5}$ et concernait l'exposition au formaldéhyde par inhalation chronique du médecin généraliste. Concernant les COSV, seuls les ERI du DEHP ont pu être calculés et étaient inférieurs à $1,5.10^{-8}$. Le résident de l'EHPAD présentait des valeurs légèrement inférieures aux professionnels de santé.

Pour les établissements hospitaliers, aucun ERI n'était supérieur à 1.10^{-5} et seules deux molécules présentaient un ERI au-delà de 1.10^{-6} : le benzène et le formaldéhyde. L'ERI le plus élevé était de $4,4.10^{-6}$ et concernait l'exposition au formaldéhyde par inhalation chronique des techniciens de laboratoire. Concernant les COSV, seuls les ERI du DEHP ont pu être calculés et étaient inférieurs à 1.10^{-8} .

4. DISCUSSION

L'éthanol, l'isopropanol et l'acétone présentaient les concentrations les plus importantes à la fois dans les structures libérales, médico-sociales et dans les établissements hospitaliers. Ces fortes concentrations, notamment d'éthanol, s'expliquent facilement par l'utilisation généralisées de solutions hydroalcooliques pour l'hygiène des mains. Les niveaux ambiants de formaldéhyde et acétaldéhyde dans les structures libérales et médico-sociales étaient similaires à ceux mesurés dans les bureaux (Mandin *et al.*, 2017), mais inférieurs à ceux mesurés dans les logements français (Dallongeville *et al.*, 2016; Langer *et al.*, 2016). Les concentrations mesurées dans les structures hospitalières étaient inférieures à celles mesurées dans les bureaux et dans les logements. Les matériaux de construction, meubles et éléments de décoration constituent des sources d'émission importantes d'aldéhydes expliquant ainsi leur présence ubiquitaire dans les différentes structures (Zabiegała, 2006).

Parmi les QD calculés, aucun n'était supérieur à 1 : le risque sanitaire pour l'inhalation chronique des COV et COSV investigués ne semble pas préoccupant. Néanmoins, certaines valeurs ont tendance à s'en approcher et ces valeurs ne concernaient que les structures libérales et médico-sociales.

Dans notre étude, les ERI du formaldéhyde étaient supérieurs à 1.10^{-5} dans les structures libérales et médico-sociales (à l'exception du résident en EHPAD). L'absence de risque lié à l'inhalation de formaldéhyde sur les différents lieux ne peut pas être démontré. Les aldéhydes, lorsqu'ils sont inhalés, sont suspectés d'être impliqués dans la survenue de cancer, notamment des cancers des fosses nasales et du nasopharynx. Couramment répandus dans les produits pour leurs propriétés biocides et désinfectantes, les aldéhydes étaient utilisés pour la désinfection des appareils médicaux et pour la conservation de tissus biologiques. Le

formaldéhyde, cancérigène reconnu, fait maintenant l'objet de restrictions d'utilisation avec procédure spécifique d'autorisation de mise sur le marché. Une problématique persiste pourtant toujours : la pollution de l'air intérieur par relargage des matériaux ou l'utilisation de produits domestiques.

La principale limite de cette EQRS reste le faible nombre de structures investiguées. Des investigations complémentaires seront nécessaires pour identifier d'autres polluants et d'éventuelles sources d'exposition spécifiques.

5. CONCLUSION

Ce travail a permis de conduire une évaluation préliminaire et quantitative du risque sanitaire lié à l'inhalation chronique d'un nombre important de COV et COSV au sein de différents établissements de soins du milieu libéral, médico-social et hospitalier. La mesure des concentrations ambiantes mettait en évidence une faible contamination chimique des structures investiguées. L'air intérieur comportait cependant un mélange complexe de nombreux polluants. Ce mélange était majoritairement composé d'alcools (éthanol et isopropanol), d'acétone, d'aldéhydes (formaldéhydes et acétaldéhyde principalement), de toluène et de limonène. Les concentrations au sein des structures libérales et médico-sociales étaient globalement supérieures à celle des établissements hospitaliers, similaires à celles retrouvées dans les bureaux mais inférieures à celles mesurées dans les habitations.

Le calcul des indicateurs de risque n'a pas permis de mettre en évidence un risque sanitaire pour les effets déterministes. Concernant, les effets stochastiques, seul le formaldéhyde présentait un indicateur de risque supérieur au seuil d'acceptabilité de 1.10^{-5} pour toutes les professions de secteur libéral et médico-social, probablement en lien avec un défaut de ventilation.

Certaines molécules s'approchaient néanmoins des seuils d'acceptabilité pour les effets déterministes : le 2-ethyl-1-hexanol dans toutes les structures libérales et médico-sociales et l'acétone et l'éthylbenzène dans les cabinets dentaires. Pour les effets stochastiques, il s'agissait du benzène dans toutes les structures, du formaldéhyde en milieu hospitalier et de l'acétaldéhyde dans les structures libérales et médico-sociales. Concernant les PM_{2,5}, l'absence de VTR n'a pas rendu possible l'évaluation du risque sanitaire, cependant les concentrations ambiantes mesurées dépassaient les valeurs cibles de l'OMS dans les établissements libéraux et médico-sociaux. Des investigations complémentaires seront nécessaires pour identifier d'éventuelles sources d'exposition spécifiques et mettre en place des actions correctives, notamment l'implantation de systèmes de ventilation, absents de la majorité des cabinets libéraux ici investigués.

5.1. Références

Baurès, E., Blanchard, O., Mercier, F., Surget, E., le Cann, P., Rivier, A., Gangneux, J.-P., & Florentin, A. (2018). Indoor air quality in two French hospitals : Measurement of chemical and microbiological contaminants. *The Science of the Total Environment*, 642, 168-179. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.047>

Berrubé, A., Mosqueron, L., Cavereau, D., Gangneux, J.-P., & Thomas, O. (2013). Méthodologie d'évaluation semi-quantitative du risque chimique en établissement de soins. *Environnement, Risques & Santé*, 12(6), 508-520. <https://doi.org/10.1684/ers.2013.0659>

Dallongeville, A., Costet, N., Zmirou-Navier, D., Le Bot, B., Chevrier, C., Deguen, S., Annesi-Maesano, I., & Blanchard, O. (2016). Volatile and semi-volatile organic compounds of respiratory health relevance in French dwellings. *Indoor Air*, 26(3), 426-438. <https://doi.org/10.1111/ina.12225>

Langer, S., Ramalho, O., Derbez, M., Ribéron, J., Kirchner, S., & Mandin, C. (2016). Indoor environmental quality in French dwellings and building characteristics. *Atmospheric Environment*, 128, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.12.060>

Mandin, C., Trantallidi, M., Cattaneo, A., Canha, N., Mihucz, V. G., Szigeti, T., Mabilia, R., Perreca, E., Spinazzè, A., Fossati, S., De Kluzenaar, Y., Cornelissen, E., Sakellaris, I., Saraga, D., Hänninen, O., De Oliveira Fernandes, E., Ventura, G., Wolkoff, P., Carrer, P., & Bartzis, J. (2017). Assessment of indoor air quality in office buildings across Europe—The OFFICAIR study. *The Science of the Total Environment*, 579, 169-178. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.238>

Muller, M., & Roy, D. (2018). L'EHPAD, dernier lieu de vie pour un quart des personnes décédées en France en 2015. Novembre 2018, *Etudes&Résultats*, direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques(1094), 1-6.

Zabiegała, B. (2006). Organic compounds in indoor environments. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15, 383-393.