

Exposition à des biocides dans des lieux publics fermés

Période : septembre 2011 à décembre 2011

Catherine TOMICIC

Office fédéral de la santé publique – Division Produits chimiques – Section Biocides – CH-3003 Berne

Mots clés : Biocides, Exposition, Insecticides, Intérieur, Sous-produits de chloration

Les produits biocides sont utilisés à grande échelle et pour une large palette d'applications, entre autres comme désinfectants, insecticides ou conservateurs. Deux publications récentes portant sur l'évaluation de l'exposition à des produits biocides indiquent que même dans des situations qui peuvent nous paraître courantes ou bien connues, l'exposition ne reste pas toujours négligeable. Ces scénarios d'exposition indiquent qu'il est important de bien identifier les déterminants d'exposition afin de pouvoir maîtriser au mieux le risque lié à l'exposition.

Paramètres influençant la qualité de l'air dans les piscines intérieures traitées au chlore

Bessonneau V, Derbez M, Clément M *et al.* Determinants of chlorination by-products in indoor swimming pools. *Int J Hyg Environ Health.* 2011; 215: 76-85.

Résumé

Le chlore est un désinfectant couramment utilisé dans le traitement des eaux de piscines pour limiter le risque dû à des infections bactériennes, virales ou encore parasitaires. Il peut réagir avec la matière organique azotée (urine, sueur) amenée par les nageurs pour former des sous-produits de chloration, représentés principalement par la trichloramine (NCl_3) et les trihalogénométhanes (THM). Ces derniers sont très volatiles et peuvent se concentrer à la surface de la piscine et dans l'air ambiant de celle-ci. Plusieurs études indiquent une association entre l'exposition à la NCl_3 et aux THM et les symptômes respiratoires, que ce soit au sein du personnel de piscine (Thickett *et al.*, 2001; Jacobs *et al.*, 2007; Fantuzzi *et al.*, 2010) ou encore parmi les nageurs (Lévesque *et al.*, 2006; Font-Ribera *et al.*, 2010). Pour une exposition à des concentrations élevées en THM bromés, des effets génotoxiques potentiels ont même été mis en évidence (Kogevinas *et al.*, 2010).

Peu d'auteurs ont étudié les paramètres pouvant influencer les concentrations dans l'air en produits de sous-chloration. Bessonneau *et al.* (2011) se sont penchés notamment sur cette question et ont effectué des mesures dans 15 piscines intérieures couvertes situées en Bretagne. Ces piscines ont été sélectionnées en fonction du rapport (V/E) entre le nombre de visiteurs (en l'occurrence d'écoliers) par année et le volume total en eau disponible dans les bassins, ainsi qu'en fonction du renouvellement d'air dans le hall de la piscine. Deux classes de contamination ont été proposées à partir des données de fréquentation écolière (Guillam *et al.*, 2007): faible et forte contamination respectivement lorsque V/E était inférieur et supérieur à 93 écoliers par mètre cube et par an. Ces classes ont été subdivisées en deux groupes selon que le recyclage de l'air

était supérieur ou inférieur à 50 %. L'étude a été conduite de juin à novembre 2009. Pour rendre compte des variabilités des niveaux de concentrations en sous-produits de chloration, 8 campagnes de mesures ont été effectuées dans chaque piscine: en hiver et en été, des jours de faible et de forte fréquentation, le matin et l'après-midi. Les prélèvements d'air ont été réalisés à hauteur des voies aériennes des maîtres nageurs (2 prélèvements) et à 25 cm de la surface de l'eau (1 prélèvement). Les paramètres mesurés dans l'air étaient la NCl_3 et les THM (chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et dichlorobromométhane). Les paramètres mesurés simultanément dans l'eau des bassins étaient la concentration de THM, le carbone organique total, l'azote Kjeldahl, les chlorures, le chlore total, combiné et libre, le pH et la température. Les caractéristiques de la piscine, sa ventilation et sa fréquentation au moment des mesures étaient également prises en compte.

La concentration atmosphérique de NCl_3 était comprise entre 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 1260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, avec une moyenne géométrique de 190 \pm 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et celle des THM était comprise entre 1,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 793 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, avec une moyenne géométrique de 74,9 \pm 6,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dix-sept pour cent (17 %) des valeurs mesurées en NCl_3 dépassent la valeur limite d'exposition proposée par l'Anses, qui est de 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Une analyse statistique multivariée a pu mettre en évidence une association positive entre la concentration en NCl_3 dans l'air et le rapport V/E, la saison, le nombre de nageurs présents le jour du prélèvement et la température de l'air, et une association négative entre la concentration en NCl_3 dans l'air et le volume du hall ainsi que le pH de l'eau. De même, l'analyse a pu mettre en évidence une association positive entre les concentrations en THM dans l'air et la proportion d'air recyclé, le rapport V/E, la saison, le nombre de nageurs présents le jour du prélèvement, et les concentrations en THM dans l'eau, et une association négative entre la concentration en THM dans l'air et le volume du hall.

Certains paramètres utilisés dans l'analyse statistique présentent des limites comme par exemple la proportion d'air recyclé car elle n'a pas pu être mesurée mais repose uniquement sur la réponse

obtenue par le personnel responsable de piscine. L'absence d'une association entre les concentrations en sous-produits de chloration dans l'air et celles dans l'eau suggère que d'autres paramètres influencent les concentrations dans l'air mesurées lors de cette étude.

Cette étude vise à mieux comprendre les paramètres influençant les concentrations dans l'air de sous-produits de chloration. L'hiver est en particulier propice pour des niveaux d'expositions élevés en sous-produits de chloration, ce qui est dû au manque d'apport d'air frais dans le hall de piscine. Ainsi la ventilation représente de manière générale un paramètre déterminant afin d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur dans les piscines publiques couvertes. Pour limiter la formation de sous-produits de chloration, il est nécessaire de contrôler le nombre de visiteurs dans les bassins publics.

Commentaire

Les auteurs ont mis en place une stratégie de mesures très complète, et une analyse statistique approfondie a pu mettre en évidence les différentes associations observées. Cette étude met en évidence que dans presque un cinquième des piscines étudiées, les niveaux d'exposition en trichloramine sont encore trop élevés. Les THM se retrouvaient surtout sous forme de chloroforme, mais les THM bromés constituent un effet génotoxique potentiel et leurs niveaux de concentrations devraient être gardés au plus bas. Le fait d'avoir clairement identifié les paramètres pouvant influencer ces niveaux d'exposition aide à mieux formuler les recommandations destinées au personnel de piscine. Il est donc utile de mettre au point un système de ventilation avec un taux de renouvellement assez élevé, limiter le nombre de visiteurs. Des contrôles réguliers des concentrations dans l'air de sous-produits de chloration ciblés permettraient d'adapter ces paramètres au mieux.

Évaluation de l'exposition du personnel navigant commercial aux insecticides utilisés lors de la désinsectisation d'avion

Wei B, Mohan KR, Weisel CP. Exposure of flight attendants to pyrethroid insecticides on commercial flights: Urinary metabolite levels and implications. *Int J Hyg Environ Health*. 2011; doi:10.1016/j.ijheh.2011.08.006.

Résumé

La désinsectisation⁽¹⁾ des avions est une pratique courante pour les destinations présentant un risque élevé d'importation d'insectes susceptibles d'être porteurs de maladies telles que la malaria ou la dengue. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) recommande deux pyrèthroïdes⁽²⁾ comme substances actives à utiliser lors de ce type de traitement, la perméthrine et la d-phénothrine. L'OMS affirme que la procédure de désinsectisation à bord d'un avion comporte un risque faible pour la santé humaine et a fait des recommandations pour cette pratique en 1995.

Cependant, quelques publications rapportent des cas d'effets

indésirables sur la santé humaine associés à l'exposition à des pyrèthroïdes, dont deux au sein des occupants d'un avion après désinsectisation (Murawski, 2005; Sutton *et al.*, 2007).

Une évaluation récente (Wei, Mohan, Weisel, 2011) de l'exposition à des pyrèthroïdes appliqués dans des avions a été faite en mesurant cinq indicateurs biologiques (métabolites urinaires de pyrèthroïdes) auprès de 28 membres du personnel navigant commercial de compagnies aériennes nord-américaines effectuant seulement des vols domestiques (7 personnes), ou des vols internationaux vers l'Europe, l'Amérique du sud, l'Asie ou l'Australie (21 personnes). 84 échantillons ont été récoltés; 3 échantillons d'urine ont été prélevés par personne, avec le premier avant l'embarquement, le deuxième après le vol et un troisième environ 24 heures plus tard. Les métabolites mesurés étaient l'acide 3-phénoxybenzoïque (3-PBA), les acides cis- et trans-3(2,2-dichlorovinyl)-2,2-diméthylcyclopropanecarboxylique (cis et trans-Cl₂CA), l'acide cis-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-diméthylcyclopropanecarboxylique (cis-Br₂CA) et l'acide 4-fluoro-3-phénoxybenzoïque (4F-3-PBA).

Parmi les 28 participants, 17 ont été considérés dans un groupe de lignes de vols n'effectuant aucune procédure de désinsectisation et 11 dans un groupe de lignes de vols avec traitement contre les insectes. Des données au sujet de chaque participant ont également été récoltées afin d'obtenir des informations sur les potentiels déterminants d'exposition (application de l'insecticide dans l'avion par la personne même, utilisation d'insecticides à titre privé en dehors de l'étude...).

Le 3-PBA a été détecté dans tous les échantillons d'urines (84), le cis- et le trans-Cl₂CA dans respectivement 77 et 92 % d'entre eux, le cis-Br₂CA et le 4F-3-PBA dans 24 et 18 %. Les concentrations de 3-PBA, cis- et trans-Cl₂CA étaient plus élevées chez les personnels des vols avec désinsectisation (moyennes géométriques de 9,01, 0,98 et 3,92 µg/g créatinine vs 1,12, 0,23 et 0,58 µg/g créatinine, respectivement).

Chez les personnels des vols sans désinsectisation, il n'a pas été observé de variation statistiquement significative des concentrations de 3-PBA, cis- et trans-Cl₂CA associées au vol. En revanche, les concentrations de ces 3 métabolites dans les urines des personnels des vols avec désinsectisation étaient significativement plus élevées en fin de vol qu'avant le départ (augmentations de respectivement, 569 %, 797 % et 857 %) et que 24 heures après l'arrivée, ce qui démontre la contamination pendant le vol. La concentration urinaire de 3-PBA dans les urines des personnels à l'arrivée des vols avec désinsectisation était plus de 10 fois supérieure à celle observée dans la population générale américaine (plus de 5 fois en début de vol). La perméthrine était l'insecticide rapporté et cela correspond au profil métabolique observé. Les concentrations de 3-PBA et trans-Cl₂CA étaient plus élevées avant le départ chez les personnels des vols avec désinsectisation que chez les autres, ce qui traduit simplement une variabilité faible des affectations des personnels. Les personnels des vols en direction de l'Australie avaient les concentrations urinaires les plus élevées de ces 3 métabolites, parce que la désinsectisation est systématique sur ces vols. Dans cette étude, le principal déterminant des concentrations urinaires de 3-PBA, cis- et trans-Cl₂CA est le délai entre le traitement de

l'avion et le prélèvement (plus il est long, plus la concentration est faible). Le point intéressant dans cette étude est que les 11 personnes concernées par la désinsectisation n'appliquaient pas eux-mêmes les produits biocides. Par conséquent, l'absorption des pyréthrinoïdes devait surtout se faire par voie dermale et potentiellement aussi par voie orale.

Commentaire

Comme il a été souligné en 2004 par Berger-Preiss *et al.*, certains scénarios d'exposition liés à la désinsectisation des avions peuvent mener à des niveaux d'exposition assez élevés, que ce soit pour le personnel navigant commercial ou encore pour les passagers. Les travaux menés par Wei, Mohan et Weisel (2011) présentent pour la première fois une évaluation de l'exposition à des pyréthrinoïdes appliqués lors de désinsectisation d'avions en mesurant des indicateurs biologiques urinaires. Les chercheurs ont clairement mis en évidence que le personnel concerné par la désinsectisation d'avions pouvait avoir une exposition interne de pyréthrinoïdes non négligeable.

Il aurait été intéressant de présenter plus de détails concernant les déterminants d'exposition obtenus avec le questionnaire, comme par exemple le type de produits utilisés, la substance active choisie ainsi que la concentration d'application. Une estimation d'une exposition indirecte aux pyréthrinoïdes (par ex. voyageur) aurait pu faire partie de la discussion de l'article vu la supposition que l'absorption des substances actives a dû majoritairement se faire par voie dermale (possible par le contact avec les sièges et autres surfaces).

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette note présente de plus près deux scénarios d'exposition à des produits biocides dans des lieux publics fermés : dans une piscine intérieure, de manière indirecte, à des sous-produits de chloration, et dans un avion, de manière directe, à des insecticides. Dans les deux cas, l'absorption de substances peut devenir non négligeable et en fonction du type de population, des effets sur la santé peuvent apparaître. Il est surtout nécessaire de bien identifier les déterminants d'exposition afin de pouvoir contrôler au mieux les niveaux d'exposition, qui sont d'autant plus difficiles à maîtriser dans des endroits publics fermés. Les sous-populations plus susceptibles comme les enfants ou les personnes âgées ont particulièrement besoin d'attention dans ce type de lieux.

Lexique

- (1) Désinsectisation d'avions : c'est une mesure de santé publique comprenant le traitement de l'intérieur de l'avion au moyen d'insecticides selon différentes méthodes, comme par exemple par pulvérisation à l'intérieur de l'appareil après embarquement des passagers et juste avant le décollage, ou encore par pulvérisation à l'intérieur de l'appareil au sol, avant l'embarquement des passagers. Une troisième méthode est l'application régulière d'un insecticide à effet rémanent sur toutes les surfaces à l'intérieur de l'appareil, en évitant les endroits où les repas sont préparés.
- (2) Pyréthrinoïdes : famille d'insecticides, analogues synthétiques des pyréthrines naturelles

Publications de référence

- Berger-Preiss E, Koch W, Behnke W *et al.*** In-flight spraying in aircrafts: determination of the exposure scenario. *Int J Hyg Environ Health.* 2004; 207: 419-430.
- Bessonneau V, Derbez M, Clément M *et al.*** Determinants of chlorination by-products in indoor swimming pools. *Int J Hyg Environ Health.* 2011; 215: 76-85.
- Fantuzzi G, Righi E, Predieri G *et al.*** Prevalence of ocular, respiratory and cutaneous symptoms in indoor swimming pool workers and exposure to disinfection by-products (DBPs). *Int J Environ Res Public Health.* 2010; 7: 1379-1391.
- Font-Ribera L, Kogevinas M, Zock JP *et al.*** Short-term changes in respiratory biomarkers after swimming in a chlorinated pool. *Environ Health Perspect.* 2010; 118: 1538-1544.
- Guillam MT, Thomas N, Nedellec V *et al.*** Les piscines couvertes en France : caractéristiques et qualité de l'air. *Poll Atm.* 2007; 196: 329-335.
- Jacobs J, Spaan S, van Rooy G *et al.*** Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *Eur Respir J.* 2007; 29: 690-698.
- Kogevinas M, Villanueva CM, Font-Ribera L *et al.*** Genotoxic effects in swimmers exposed to disinfection by-products in indoor swimming pools. *Environ Health Perspect.* 2010; 118: 1531-1537.
- Lévesque B, Duchesne J, Gingras S *et al.*** The determinants of prevalence of health complaints among young competitive swimmers. *Int Arch Occup Environ Health.* 2006; 80: 32-39.
- Murawski J.** Insecticide use in occupied areas of aircraft. *Handbook of Environmental Chemistry.* 2005; 4: 169-190.
- Sutton PM, Vergara X, Beckman J *et al.*** Pesticide illness among flight attendants due to aircraft disinsection. *Am J Ind Med.* 2007; 50: 345-356.
- Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM *et al.*** Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur Respir J.* 2001; 19: 827-832.

Autres publications identifiées

Aylward LL, Krishnan K, Kirman CR et al. Biomonitoring equivalents for deltamethrin. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2011; 60:189-199.

Détermination d'une valeur limite utile dans l'évaluation d'exposition pour la population générale.

Nazimek T, Wasak M, Zgrajka W et al. Content of transfluthrin in indoor air during the use of electro-vaporizers. *Ann Agric Environ Med.* 2011; 18: 85-88.

Ces travaux ont été publiés un peu avant la période de veille mais intéressants vu le manque de données d'exposition pour des utilisations d'insecticides à usage domestique.

Sams C, Jones K. Biological monitoring for exposure to deltamethrin: A human oral dosing study and background levels in the UK general population. *Toxicol Lett.* 2011; doi.org/10.1016/j.toxlet.2011.04.014.

Détermination de la toxicocinétique de la deltaméthrine chez des volontaires humains.

Weng S, Blatchley ER 3rd. Disinfection by-product dynamics in a chlorinated, indoor swimming pool under conditions of heavy use: national swimming competition. *Water Res.* 2011; 45: 5241-5248.

Mesure de sous-produits de chloration en continu lors d'une utilisation intense des bassins publics.

Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique

(Occupational) Exposure biocides, (Occupational) Exposure biocidal products, (Occupational) Exposure indoor, (Occupational) Exposure insecticides indoor.