

Usages domestiques de substances biocides : de la contamination de l'environnement intérieur à l'exposition induite

Résumé

Les substances biocides sont omniprésentes dans les produits du quotidien et peuvent être utilisées aussi bien comme substances actives que conservateurs dans les cosmétiques, les pesticides, les médicaments humains et vétérinaires, les désinfectants, les produits de protection des matériaux du bâti, la lutte contre les nuisibles... Du fait de ces nombreux usages courants et de potentiels risques pour la santé humaine et l'environnement, cette thèse vise à étudier la contamination de l'environnement intérieur et l'exposition humaine associée dans la sphère domestique.

Vingt-neuf substances biocides ont été priorisées selon des critères de toxicité, d'usage et de faisabilité analytique. Des données de consommation issues de bases de données nationales ont été exploitées pour comparer les usages et leurs évolutions temporelles. Ces dernières sont fortement influencées par l'évolution des réglementations associées aux usages, mais aussi par les pratiques des consommateurs (par exemple la désinfection pendant la pandémie de covid-19). Des enquêtes sur la formulation des produits à destination des particuliers présents dans des magasins alimentaires et de bricolage ont permis la création d'une base de données originale. Son exploitation a révélé l'ubiquité des isothiazolinones, et l'omniprésence des ammoniums quaternaires et des pyréthriinoïdes dans certaines catégories de produits.

Pour évaluer la contamination de l'environnement intérieur, trois matrices ont été sélectionnées, à savoir l'air intérieur, les poussières sédimentées et les eaux grises. Une évaluation de l'exposition propres à chaque voie (inhalation, ingestion et cutanée) a été permise à l'aide des données de contamination. Des méthodes pour chaque matrice, du prélèvement à la quantification par UPLC-MS², ont été mises en place, optimisées et validées. Parallèlement, des volontaires ont été recrutés sur la base d'un questionnaire national (219 répondants) portant sur les pratiques de consommation et la perception des risques associés aux substances biocides. Trente-neuf logements situés en Île-de-France ont ainsi été sélectionnés pour réaliser des prélèvements d'air (fractions gazeuse et particulaire), d'eaux grises (fractions dissoute et particulaire) et de poussières sédimentées. Au total, 14 échantillons d'air, 35 échantillons d'eaux grises (vaisselle manuelle, lave-linge, douche, nettoyage des sols) et 26 échantillons de poussières ont été analysés pour quantifier les 29 substances biocides.

Les résultats ont mis en évidence des concentrations variables selon les logements et les matrices. Ces concentrations ont permis par la suite, à l'aide de scénarios d'exposition standardisés, de calculer des quotients de risque selon les voies d'exposition : inhalation, ingestion et voies cutanées. Des expositions potentiellement dangereuses concernant la santé humaine ont été mises en évidence pour la terbutryne et le fipronil.

Mots clés

Air intérieur, biocides, eaux grises, exposition, micropolluants, poussières sédimentées, usages domestiques.

Domestic uses of biocidal substances: from contamination of the indoor environment to induced exposure

Abstract

Biocidal substances are ubiquitous in everyday products and can be used as active substances or preservatives in cosmetics, pesticides, human and veterinary medicines, disinfectants, building material protectants, and pest control products. Due to their widespread use and potential risks to human health and the environment, this thesis aims to study indoor environmental contamination and associated human exposure within domestic sphere.

Twenty-nine biocidal substances were prioritized based on toxicity, usage, and analytical feasibility criteria. Consumption data from national databases were utilized to compare usage patterns and their temporal evolution. These patterns are heavily influenced by regulatory developments related to usage as well as consumer practices (e.g., increased disinfection during the COVID-19 pandemic). Surveys on the formulation of products for private individuals, conducted in food and DIY stores, enabled the creation of an unprecedented database. Analysis of this database revealed the ubiquity of isothiazolinones and the omnipresence of quaternary ammoniums and pyrethroids compounds in certain product categories.

To assess indoor environmental contamination, three matrices were selected: indoor air, settled dust, and greywater. Contamination data permitted the assessment of exposure through distinct pathways (inhalation, ingestion, and dermal contact). Specific methods for each matrix, from sampling to quantification by UPLC-MS², were developed, optimized, and validated. In parallel, volunteers were recruited based on a national questionnaire (219 respondents) concerning consumption practices and the perceived risks associated with biocidal substances. Thirty-nine households in the Île-de-France region were selected to collect samples of air (gaseous and particulate fractions), greywater (dissolved and particulate fractions), and settled dust. In total, 14 air samples, 35 greywater samples (manual dishwashing, washing machine, shower, floor cleaning), and 26 dust samples were analyzed to quantify the 29 biocidal substances.

The results highlighted varying concentrations across households and matrices. Using standardized exposure scenarios, risk quotients were calculated for different exposure pathways: inhalation, ingestion, and dermal contact. Potentially hazardous exposures for human health were identified for terbutryn and fipronil.

Keywords

Biocides, domestic uses, exposure, greywater, indoor air, micropollutants, settled dust.