

# UN OUTIL D'AIDE À L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION AUX AÉROSOLS ET AUTRES AGENTS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES

J.-F. Sauvé<sup>1</sup>, A. Emili<sup>1</sup>, B. Savary<sup>1</sup> et G. Mater<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRS, Département Métrologie des Polluants, Laboratoire d'évaluation du risque et des expositions, 54519 Vandoeuvre Cedex, France

\*Courriel de l'orateur : jean-francois.sauve@inrs.fr

## TITLE

**A tool to assist exposure assessment to aerosols and other chemical and biological agents**

## RÉSUMÉ

L'INRS a mis en ligne en 2023 un outil (disponible depuis <http://www.inrs.fr/outil110>) fournissant des informations descriptives sur les niveaux d'exposition dans l'air par situation de travail pour 626 substances chimiques dont des aérosols et des composés organiques volatils. Dix variables dont la tâche, le secteur d'activité et la présence de dispositifs de captage permettent de caractériser des situations de travail. Ces informations sont tirées de la base de données Colchic qui enregistre les mesures d'exposition en milieu de travail depuis 1987. Une évolution de l'outil en 2025 a permis d'y intégrer des informations correspondant à 19 agents biologiques (bactéries, moisissures, toxines) à partir de 13 182 mesures d'exposition. Initialement conçu pour faciliter la démarche d'évaluation des risques professionnels, cet outil constitue également une source d'information utile pour orienter les activités de recherche sur les aérosols potentiellement retrouvés en milieu de travail.

## ABSTRACT

The INRS has made available in 2023 a tool (available at <http://www.inrs.fr/outil110>) that provides descriptive information on airborne exposure levels by work situation to 626 chemical substances such as particulates and volatile organic compounds. Work situations can be characterized by a combination of ten variables including task, industry, and local exhaust ventilation. The exposure data is sourced from the Colchic database, which collects workplace measurements in France since 1987. An update in 2025 has added exposure data for 19 biological agents (bacteria, molds, toxins) based on 13 182 measurements. While the tool was initially developed to assist in workplace risk assessments, it can also be useful to occupational physicians and to the aerosol research community for guidance on which aerosols can be found in workplaces and what concentration levels can be expected based on available measurement data.

**MOTS-CLÉS :** Exposition professionnelle, substances chimiques, agents biologiques, situation de travail

**KEYWORDS:** Occupational exposure, chemical substances, biological agents, work situation

## 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Depuis 1987, les résultats de mesurage de contaminants chimiques dans l'air des lieux de travail, réalisés par les huit laboratoires interrégionaux de chimie des Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat) et de la Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif), en plus des laboratoires de l'INRS, sont enregistrés dans une base de données nommée Colchic. Le spectre des substances chimiques ayant fait l'objet de mesurages est vaste, englobant entre autres des composés organiques volatils, des métaux et leurs composés, des poussières, des aérosols de fluides d'usinage et des fumées de soudage.

De plus, depuis 2008, la base Colchic intègre également les mesures d'échantillonnages d'agents biologiques en milieu de travail réalisées par le Laboratoire des Bio-Contaminants de la Cramif et des laboratoires de recherche de l'INRS. Ainsi, au terme de près de quatre décennies, la base Colchic contient aujourd'hui plus d'un million de résultats d'exposition pour approximativement 750 agents chimiques et biologiques.

Les données de la base Colchic, tout comme pour d'autres bases de données analogues à l'international (ex : Mega en Allemagne (Gabriel, 2006) et Imis aux États-Unis (Lavoué, Friesen, & Burstyn, 2012)) représentent un bassin d'information important à des fins d'évaluation des risques professionnels, de surveillance des expositions dans la population, et pour orienter les actions de recherche et de prévention. Or, ces bases de données sont pour la grande majorité inaccessible publiquement.

Afin de rendre disponibles les données de la base Colchic et de faciliter leur utilisation à la communauté de chercheurs et de préventeurs, l'INRS a mis en ligne en 2023 un outil d'évaluation des niveaux d'exposition professionnelle par situation de travail. Cet outil, qui ne concernait au départ que les substances chimiques, a fait l'objet d'une évolution en 2025 afin d'y intégrer les agents biologiques. Cet article présente les principales fonctionnalités de cet outil et des données sous-jacentes, en portant une attention particulière sur les données d'exposition aux aérosols et aux agents biologiques.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1. Description et sélection des données

La base Colchic (Mater, Sauvé, Sarazin, & Lavoué, 2022; Vincent & Jeandel, 1997) contient les résultats de mesurages à des contaminants dans l'air, sur des surfaces et dans des produits. Les mesures ont été prises dans le cadre d'activités de prévention (par exemple, pour évaluer un risque possible d'exposition ou pour caractériser la modification d'un procédé) et de recherche, et non dans le cadre d'évaluation de la conformité réglementaire. Chaque résultat dans Colchic est associé à plusieurs paramètres descriptifs de la situation de travail (par exemple, la tâche, le procédé, la présence de ventilation) et des méthodes utilisées pour le prélèvement et l'analyse.

Pour développer l'outil, seules les mesures de concentrations dans l'air prélevées dans la zone respiratoire des travailleurs ou prélevées dans l'environnement ambiant sur un poste fixe ont été retenues. Toutes les substances enregistrées ont été incluses a priori, qu'elles sont visées par une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) ou non. Dix descripteurs permettent de caractériser une situation de travail. Ces descripteurs comprennent le secteur d'activité, le métier, la tâche, le produit à l'origine de l'exposition (par exemple, les fumées de soudage à l'arc électrique ou les poussières de béton), l'effectif de l'établissement, le type de procédé, la fréquence d'exposition, le type de ventilation et le type de captage.

### 2.2. Développement de l'outil d'aide à l'évaluation de l'exposition

Afin de guider les utilisateurs dans la sélection des agents et de la situation de travail d'intérêt, l'interface principale de l'outil (Figure 1) a été conçue pour être dynamique en utilisant des graphiques en anneaux pour chacune des variables descriptives à l'exception de la période temporelle qui, en tant que variable continue, peut être spécifiée à l'aide de curseurs. L'outil propose également des moyens complémentaires pour définir une substance ou une situation de travail accessibles en cliquant sur les pictogrammes de loupe dans la Figure 1. Pour les substances, l'icône renvoie à la liste complète des substances chimiques et agents biologiques intégrés dans l'outil, accompagnée d'un moteur de recherche par nom ou par code CAS, et d'informations supplémentaires tels le potentiel cancérogène, mutagène, reprotoxique (CMR) et perturbateur endocrinien. Des passerelles vers les fiches toxicologiques (INRS, 2025b) et MétroPol (méthodes de prélèvement et d'analyse) (INRS, 2025a), développées par l'INRS, sont également proposées. Pour la description de la situation de travail, des recherches par mots-clés permettent de faciliter la sélection des descripteurs tels le secteur d'activité et la tâche.

Figure 1. Interface utilisateur principale de l'outil



L'outil permet d'obtenir des statistiques descriptives des concentrations mesurées dès lors qu'une substance chimique ou un agent biologique a été sélectionné et qu'au moins 50 mesures d'exposition sont disponibles. Les statistiques descriptives fournies incluent le nombre de mesures, le nombre et la proportion de concentrations inférieures à la limite de quantification analytique, la moyenne et l'écart-type géométrique et certains quantiles de la distribution des concentrations. Un rapport détaillé peut aussi être généré, comprenant le nombre de mesures enregistrées par année, des courbes de densité de probabilité et des graphiques quantiles-quantiles pour évaluer si les concentrations suivent une distribution lognormale. Lorsqu'une substance est visée par une VLEP française, le rapport détaillé peut également contenir une comparaison des concentrations à la VLEP ainsi que des informations sur la polyexposition chimique basée sur les données de l'outil MiXie France, outil d'aide à l'évaluation des effets sur la santé des polyexpositions chimiques (INRS, 2025c).

3. RÉSULTATS

L'outil (disponible depuis <http://www.inrs.fr/outil110>) a été mis en ligne en mars 2023 et mis à jour en 2024 et 2025 pour intégrer les données enregistrées lors de l'année précédente. En date de septembre 2025, l'outil fournit des informations sur l'exposition à 645 agents répartis en 19 familles chimiques (Figure 2) à partir d'un total de 848 874 résultats d'exposition issus de Colchic. Une évolution de l'outil en 2025 a permis d'y intégrer des informations correspondant à 6 agents biologiques (bactéries, moisissures) et 13 toxines représentant ensemble 13 182 mesures d'exposition. Les agents biologiques et toxines ayant le plus grand nombre d'enregistrements sont présentés dans le Tableau 1. Au total, 371 agents ont 50 enregistrements ou plus permettant ainsi d'obtenir des statistiques descriptives des concentrations mesurées. Bien que les composés organiques volatils représentent la famille la plus importante en termes de nombre de résultats et de substances, une part importante des données concernent les aérosols chimiques (métaux, poussières, particules diesel...) et biologiques (bactéries, moisissures et endotoxines).

Figure 2 : Nombre d'enregistrements et d'agents par famille chimique ou biologique depuis 1987

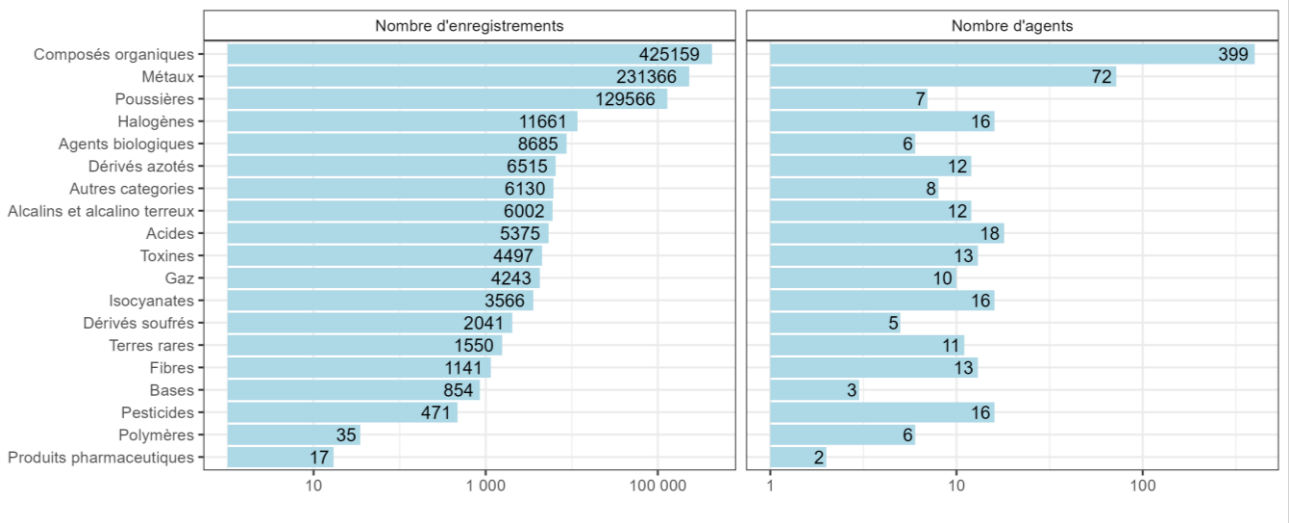


Tableau 1 : Agents biologiques et toxines ayant le plus grand nombre d'enregistrements dans l'outil

Agents biologiques	Toxines
Moisissures cultivables à 25°C (n=3977)	Endotoxines (n=2952)
Bactéries cultivables à 25°C (n=3884)	Ochratoxine A (n=252)
Bactéries cultivables à 56°C (n=328)	Zéaralénone (n=208)

La Figure 3 présente un exemple de statistiques descriptives fournies par l'outil pour l'exposition aux particules diesel exprimée en carbone élémentaire pour la tâche de *travail en poste de péage de parkings, d'autoroutes, de station de vente de carburants* sur la période de 2009 à 2024. Les résultats sont présentés sous forme stratifiée en fonction du type de prélèvement (sur le travailleur ou sur poste fixe en ambiance) et par durée de prélèvement. Les données à la Figure 3 indiquent que 87 résultats, dont 30 % inférieurs à la limite de quantification, étaient enregistrés pour des prélèvements individuels d'une durée égale ou supérieure à une heure. Le tableau à la gauche de la Figure 3 présente divers paramètres statistiques calculés sur les concentrations mesurées, tandis que le graphique à la droite représente la distribution des concentrations sous forme de diagramme en boîte à moustache, et permet d'observer que les concentrations en particules diesel pour cette tâche sont généralement inférieures à la VLEP sur 8 heures de 50 µg/m³. Le bouton *Voir le*

*rapport imprimable* situé au bas de la fenêtre permet de générer le rapport détaillé comprenant des graphiques supplémentaires et des informations sur la polyexposition.

Figure 3 : Statistiques descriptives fournies par l'outil pour l'exposition aux particules diesel exprimée en carbone élémentaire pour la tâche de *travail en poste de péage de parkings, d'autoroutes, de station de vente de carburants* sur la période de 2009 à 2024



#### 4. DISCUSSION

Cet outil a été conçu au départ comme source d'information dans la démarche de prévention des risques professionnels liés aux expositions chimiques et biologiques. Son spectre d'application est toutefois plus large, notamment pour orienter les actions de recherche sur divers contaminants chimiques et biologiques, incluant sur les aérosols, grâce aux connaissances apportées sur les gammes de concentrations attendues dans divers environnements de travail. Deux mises en garde s'appliquent toutefois. Premièrement, les données de l'outil ne représentent pas un échantillon aléatoire des expositions dans les entreprises françaises puisqu'elles ont été collectées pour divers objectifs (par exemple, évaluation du risque d'exposition, demande du médecin du travail, etc.). Deuxièmement, l'application de cet outil se limite au milieu professionnel, pour lequel il a été initialement développé et les niveaux d'expositions rapportés ne sont pas nécessairement transférables à des problématiques de qualité de l'air intérieur ou de pollution atmosphérique, par exemple. Finalement, cet outil a fait l'objet de mises à jour depuis sa mise en ligne, par exemple avec la récente intégration des agents biologiques, et continuera à évoluer au fil du temps. Ces évolutions pourraient concerner l'ajout d'agents actuellement absents de l'outil, par exemple des composés per- et polyfluoroalkylés et les nanoparticules, suite à des développements de méthodes de prélèvement et d'analyse et aux activités du réseau de prévention et de recherche en santé au travail. Une autre évolution possible concerne les résultats de métrologie en temps réel des aérosols, qui pourraient fournir des informations plus détaillées sur le profil temporel des niveaux d'exposition.

#### 5. RÉFÉRENCES

- Gabriel, S. (2006). The BG measurement system for hazardous substances (BGMG) and the exposure database of hazardous substances (MEGA). *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, 12(1), 101-104.
- INRS. (2025a). Base de données MétroPol, from <https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>
- INRS. (2025b). Fiches toxicologiques, from <https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox.html>
- INRS. (2025c). MiXie France : Un outil en ligne pour aider à évaluer les effets sur la santé des polyexpositions chimiques, from <https://www.inrs.fr/publications/outils/mixie.html>
- Lavoué, J., Friesen, M. C., & Burstyn, I. (2012). Workplace Measurements by the US Occupational Safety and Health Administration since 1979: Descriptive Analysis and Potential Uses for Exposure Assessment. *Ann. Occup. Hyg.*, 57(1), 77-97.
- Mater, G., Sauvé, J. F., Sarazin, P., & Lavoué, J. (2022). Exposure Determinants in the French Database COLCHIC (1987-2019): Statistical Modeling across 77 Chemicals. *Ann. Work. Expo. Health.*, 66(5), 563-579.
- Vincent, R., & Jeandel, B. (1997). Apport de la base de données COLCHIC dans le repérage des nuisances chimiques en milieu professionnel. *Revue de médecine du travail*, 24(4), 176-184.