



HAL
open science

Spatialisation des inégalités environnementales dans une démarche de caractérisation de l'exposome

Julien Caudeville, Laure Malherbe

► **To cite this version:**

Julien Caudeville, Laure Malherbe. Spatialisation des inégalités environnementales dans une démarche de caractérisation de l'exposome. Rapport Scientifique INERIS, 2016, 2015-2016, pp.42-43. ineris-01869625

HAL Id: ineris-01869625

<https://ineris.hal.science/ineris-01869625>

Submitted on 6 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SPATIALISATION DES INÉGALITÉS ENVIRONNEMENTALES dans une démarche de caractérisation de l'exposome

RÉFÉRENCES

[1] Caudeville J., « Caractériser les inégalités environnementales » in Eloi Laurent (dir.), *Vers l'égalité des territoires – Dynamiques, mesures, politiques*, Rapport pour le ministère de l'Égalité des territoires et du Logement, 2013.

[2] Bonnard R. *Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle*. DRC-08-94882-16675B, 2010.

[3] Davezac H, Grandguillot G, Robin A, et al. *L'Eau potable en France 2005-2006*, ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative, Paris 2008.

[4] Les modèles toxicocinétiques à fondement physiologique (appelés aussi PBPK pour *physiologically based pharmacokinetic*) permettent de décrire le cheminement de molécules dans l'organisme et ainsi simuler l'évolution des concentrations dans différents organes et fluides de l'organisme.

Le PNSE3 a introduit la notion d'« exposome » qui représente l'ensemble des expositions couvrant la vie entière (incluant la période prénatale) qui peuvent influencer la santé humaine, à savoir les expositions chimiques, physiques et biologiques, le contexte psycho-social et les régulations biologiques internes.

L'« exposome territorialisé » correspond à l'application du concept d'exposome à la caractérisation des inégalités environnementales, ce qui implique de développer des approches dynamiques et multidimensionnelles à l'aide de systèmes d'information et requiert l'adoption de méthodes transdisciplinaires pour l'analyse des données. La recherche s'est orientée ici vers l'identification de zones de surexposition [1] liées à trois hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP : Benzo[a]pyrene, BaP; Benzo[ghi]perylene, BghiP; Indéno[cd]pyrene, InD) sur le territoire français en retenant en première approche la voie par ingestion. Cette démarche nécessite la description de données d'entrées représentatives de la population et de la contamination des milieux sur les territoires étudiés.

Méthodes

La démarche de caractérisation de l'exposition a été réalisée au sein de la plateforme PLAINE (Plateforme intégrée pour l'analyse des inégalités environnementales), destinée à évaluer et représenter les expositions au niveau territorial. L'outil de modélisation multimedia MODUL'ERS [2] développé par l'INERIS pour le calcul des doses d'exposition, des bases de données géo-référencées (environnementales et comportementales) et un système d'information géographique (SIG) ont ainsi été combinés pour obtenir des cartographies d'exposition des populations sur l'ensemble de la France métropolitaine à une échelle spatiale fine (maillage de 3 km de côté). Des méthodes de traitement ont été développées pour construire les variables d'intérêt au niveau de résolution défini. L'année 2010 correspond à l'année de référence pour laquelle le plus grand nombre de données dans les milieux (eau potable, sols, air extérieur) étaient disponibles. Des développements spécifiques ont, en particulier, concerné les données de concentrations dans l'eau et dans les sols.

FIGURES

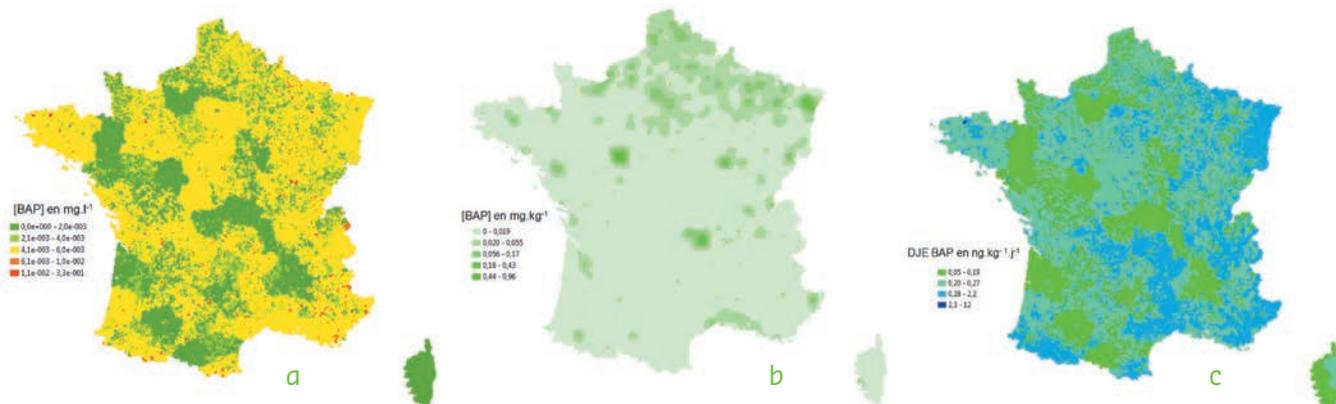


Fig1 Cartographie pour le Benzo[a]pyrène (BaP) des concentrations environnementales dans a) l'eau (source : ministère chargé de la santé - ARS - SISE Eaux. Traitement : INERIS), b) les sols (source : © INRA, Unité INFOSOL, Orléans, 2015. Traitement : INERIS) et c) des doses d'exposition journalières moyenne

La base SISE'Eaux [3] a été retenue pour évaluer l'exposition par ingestion d'eau. Il s'agit de données recueillies par les Agences régionales de santé dans le cadre de leur mission de contrôle sanitaire des eaux d'alimentation destinées à l'eau potable. En France, le réseau de distribution est structuré en unités de distribution (UDI) qui acheminent du site de production au robinet une eau de qualité homogène (même origine). Ces concentrations sont spatialisées sur la grille de référence en associant aux communes les concentrations mesurées au niveau des UDI. Une méthode d'imputation multiple a été développée pour pallier les problèmes d'irrégularités temporelles d'échantillonnage et de données inférieures aux limites de détection. La concentration par commune est calculée comme la moyenne des concentrations pondérées par la population de chaque UDI desservant les communes (**Fig1a**).

Les concentrations dans les sols issues du réseau d'échantillonnage systématique RMQS (Réseau de mesure de la qualité des sols du Gis sol), piloté par l'unité Infosol de l'INRA d'Orléans, ont été utilisées pour l'évaluation de l'exposition par ingestion de sol. Dernièrement, les HAP ont été mesurés sur les 2 200 sites du réseau répartis uniformément sur le territoire français selon un quadrillage de 16 x 16 km. Les méthodes géostatistiques permettent l'interpolation spatiale des données sur le territoire considéré, et notamment l'estimation et la cartographie des niveaux de concentrations sur l'ensemble de la zone d'étude. Une analyse statistique des données de concentration de HAP dans le sol en fonction de la localisation des sites pollués aux HAP répertoriés dans BASOL a permis d'intégrer les gradients de concentrations relatifs aux distances par rapport à ces sites (**Fig1b**).

Résultats et conclusion

Des techniques d'analyse spatiale sont développées dans les SIG pour traiter les bases de données d'entrée et les rendre pertinentes en vue des objectifs définis dans l'étude. Elles permettent de reconstruire des variables à partir de variables connues ou d'augmenter les résolutions de celles-ci (**Fig1a** et **b**). Les résultats de ces méthodes restent néanmoins dépendants des couvertures spatiales et temporelles, de la qualité des données et de la disponibilité de données harmonisées. La **Fig1c**



TRANSLATION

Analyzing the relationship between the environment and health has become a major focus of public health efforts in France, as evidenced by the national action plans for health and the environment. These plans have identified the following two priorities:

- identify and manage geographic areas where hotspot exposures are a potential risk to human health; and
- reduce exposure inequalities.

The aim of this study is to build spatial exposure indicators using a spatial stochastic multimedia exposure model for detecting vulnerable populations and analyzing exposure determinants at a fine resolution and national scale. A multimedia exposure model was developed by INERIS to assess the transfer of substances from the environment to humans through inhalation and ingestion pathways. The PLAINE platform adds a spatial dimension by linking GIS (Geographic Information System) to the model. Tools are developed using modeling, spatial analysis and geostatistical methods to build and discretize interesting variables and indicators from different supports and resolutions on a 9-km² regular grid. We applied this model to the risk assessment of exposure to PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) using national databases. The results will permit to estimate ingestion exposure pathway contributions based on exposure scenarios defined for two different referent groups (age, dietary properties, and the fraction of food produced locally).

présente les doses d'exposition au Benzo[a]pyrène calculées pour les populations cibles. La contribution des voies d'exposition à la dose journalière d'exposition est présentée dans la **Fig2**. Les travaux sur les HAP se poursuivront en intégrant la voie par inhalation.

L'utilisation de données ne répondant pas initialement exactement aux objectifs de l'étude implique bien souvent d'adapter leur intégration et ainsi de formuler des hypothèses supplémentaires pouvant conférer des biais. L'incertitude peut être réduite et mieux caractérisée par le développement de techniques permettant l'intégration de variables secondaires et l'amélioration de la représentativité des données d'entrée.

Ces travaux répondent aux enjeux, au niveau national et en appui aux pouvoirs publics, d'identification et de hiérarchisation des zones de surexposition (PNSE3), en vue de prioriser les mesures de gestion à mettre en œuvre. Au regard de ces limites associées, les indicateurs agrégés d'exposition sont des scores relatifs permettant la priorisation de l'action. Des développements ultérieurs permettront le passage des cartes d'exposition externe aux doses internes à partir du couplage de ces approches avec un modèle PBPK [4]. De même les exercices réalisés sur les quatre éléments traces métalliques et sur les trois HAP seront déclinés prochainement sur d'autres polluants ou facteurs de risque.

FIGURES

Fig2 Contribution des différentes voies d'exposition d'ingestion à la dose journalière d'exposition pour le Benzo(a)pyrène sur l'ensemble de la France.

