Développement d'un modèle multimédia stochastique pour évaluer l'exposition spatialisée de la population à l'échelle régionale

Julien Caudeville, Roseline Bonnard, Céline Boudet

▶ **To cite this version:**

Julien Caudeville, Roseline Bonnard, Céline Boudet. Développement d'un modèle multimédia stochastique pour évaluer l'exposition spatialisée de la population à l'échelle régionale. Rapport Scientifique INERIS, 2013, 2012-2013, pp.56-57. ineris-01869464

HAL Id: ineris-01869464
https://ineris.hal.science/ineris-01869464

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.

Développement d'un modèle multimédia stochastique pour évaluer l'exposition spatialisée de la population à l'échelle régionale

CONTRIBUTEURS

Julien Caudeville
Roseline Bonnard
Céline Boudet

Le constat des inégalités environnementales et la reprise de la thématique dans les politiques publiques (axe prioritaire du second Plan national santé environnement) nécessitent la construction d'outils de diagnostic pour orienter les mesures de gestion permettant de contrôler ou de réduire les expositions en vue de garantir un niveau de « dégradation » et de risque non préoccupant.
L'objectif de cette étude est de construire, dans un système d'information géographique (SIG), des bases de données environnementales spatialisées par milieu au niveau régional. Ces bases de données sont utilisées pour estimer l'exposition des populations à différents polluants. L'étude vise à identifier des zones de surexposition potentielle des populations aux polluants chimiques et leurs déterminants (types de polluant, voies d'exposition, classes de population à risque) par l'analyse des variations de l'indicateur environnemental.
Un modèle multimédia d'exposition est utilisé pour le calcul des doses d'exposition de populations cibles liées à l'ingestion de produits d'alimentation, d'eau de consommation, et à l'inhalation de contaminants atmosphériques. Utilisant les équations de transfert et l'architecture du modèle développé par l'INERIS (Modul'ERS), la composante spatiale a été apportée à l'outil de calcul par son couplage avec un SIG. Pour cette étude, le modèle évalue la dose journalière d'exposition pour des mailles de 1 km² sur l'ensemble de la région Nord – Pas-de-Calais.

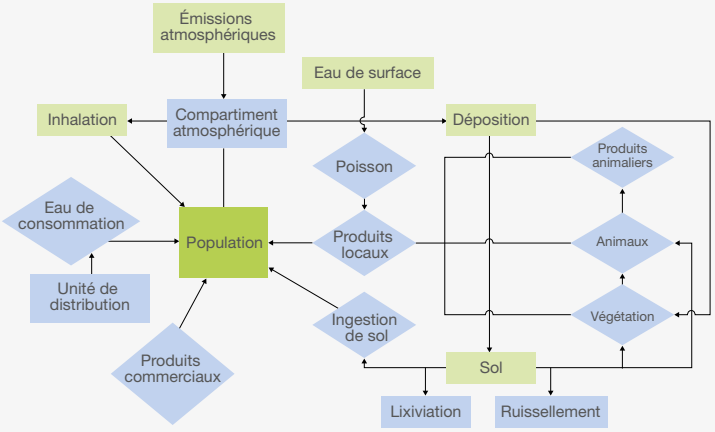
Études croisées

La Figure 1 présente le schéma conceptuel des voies d'exposition et des transferts pris en compte dans le modèle. Certaines données d'entrée correspondent aux bases de données environnementales spatialisées par milieu après traitement. Pour chacune des substances prises en compte, les concentrations doivent être définies dans chaque média environnemental (sol, air, eau de surface, eau de consommation). La construction de ces variables résulte de plusieurs étapes : l'identification des sources de données, l'analyse de la qualité et de la représentativité des bases de données, leur prétraitement, la construction de données *ad hoc* (interpolation, modélisation, avis d'expert), leur discrétisation sur la maille d'étude (homogénéisation, agrégation ou désagrégation des données) et leur intégration dans le module de calcul. Des scénarios d'exposition sont construits de manière à caractériser des groupes de référents (classe d'âge, localisation, comportement alimentaire, durée d'exposition, etc.).
Pour intégrer l'incertitude paramétrique, la plate-forme est également reliée à un module probabiliste (Crystal Ball). On affecte aux paramètres les plus sensibles (facteurs de transfert) des distributions statistiques et on effectue, par procédure Monte-Carlo (tirages aléatoires d'une valeur dans la distribution de chacun des paramètres), des simulations de calcul en grand nombre pour obtenir les doses journalières d'exposition (DJE) sous la forme de courbes d'isodose ou de distributions de probabilité à partir desquelles l'incertitude peut être analysée.
Dans cet article, sont présentés les résultats de modélisation de l'indicateur d'exposition aux éléments traces métalliques (ETM) sur la région Nord – Pas-de-Calais pour le cadmium, le plomb et le nickel. Des travaux similaires ont été menés sur l'ensemble du territoire français.

Référence

Caudeville J., Bonnard R., Boudet C., Denys S., Goavert G., Cicolella A. *Development of a spatial stochastic multimedia exposure model to assess population exposure at a regional scale.* Science of the total environment, 2012, 432, pp. 297-308.

Figure 1
Schéma conceptuel des voies d'exposition et des transferts pris en compte dans le modèle.



ABSTRACT

Analyzing the relationship between environment and health has become a major preoccupation for public health in France as evidenced by the national action plans for health and environment. The aim of the study is to develop a spatial stochastic multimedia exposure model for detecting vulnerable populations and analyzing exposure determinants at a fine resolution and regional scale. A multimedia exposure model was developed by INERIS to assess the transfer of substances from the environment to human. The RESPIR project adds a spatial dimension by linking a GIS (Geographic Information System) to the model. Tools are developed using modeling, spatial analysis and geostatistic methods to build interesting variables on a 1 km² regular grid.
As application, INERIS performed a risk assessment of exposure to metals (cadmium, lead and nickel). The modeling was performed on a region of France (Nord-Pas-de-Calais). The considered exposure pathways include inhalation and ingestion.
The two largest risk values correspond to an ancient industrial site (Metaleurop) and to the Lille city agglomeration. In these areas, cadmium, vegetation ingestion and soil contamination are the principal determinants of the computed risk.

Pour le cadmium Figure 2, la carte présente deux zones où les indicateurs spatialisés du risque sont élevés. Les valeurs les plus fortes correspondent à des grandes sources de pollution bien identifiées en Région Nord – Pas de Calais (au centre dans le bassin minier: Metaleurop et Umicore). Dans cette zone, les concentrations de cadmium sont très élevées (7 mg.kg-1 en moyenne dans la maille la plus contaminée) et peuvent présenter un risque par ingestion de fruits et légumes locaux Figure 3. La structure spatiale des cartes de risque reflète l'influence d'une série complexe de facteurs démographiques, comportementaux et environnementaux qui varient dans l'espace et interagissent avec les différentes échelles spatiales. Néanmoins, la visualisation donne la possibilité d'identifier des structures spatiales simples caractérisées par une échelle locale et régionale portées par la concentration du polluant dans les sols de surface.

Conclusion

Les résultats permettent de caractériser les déterminants de l'exposition (zones et populations vulnérables, part locale et ubiquitaire, voie d'exposition et polluant). Cependant, l'utilisation de données de formats et de sources différentes, non spécifiquement adaptées pour ce type d'étude, génère de nombreuses incertitudes sur l'ensemble de la chaîne de calcul. L'utilisation de ces résultats dans un cadre de gestion doit être accompagnée de cartes de variables supplémentaires pour faciliter la caractérisation de la densité d'information et du type de données à partir desquelles les DJE ont été construites en vue d'interpréter la représentativité des prédictions: par exemple, la variance de krigeage pour les sols, le nombre d'échantillons et l'écart-type pour les eaux, les zones d'émission pour les dépôts. Ces cartes peuvent également servir à orienter des collectes de données supplémentaires ou des campagnes de terrain dans les zones de densité d'information faibles, ou contribuer à mieux caractériser celles où une surexposition de la population est suspectée. Des cartes seront également construites pour un éventail plus vaste de polluants (polluants organiques persistants, autres éléments, traces métalliques etc.) et sur l'ensemble du territoire français.

Collaboration

Gérard Govaert, Joint research unit UMR 6599, Heudiasyc (Heuristic and Diagnoses of Complex Systems), Université de technologie de Compiègne et CNRS.

Figure 2

Cartographie des indicateurs spatialisés du risque (ISR, 50e percentile) pour la classe d'âge des 2 à 7 ans en Nord – Pas-de-Calais pour le cadmium.

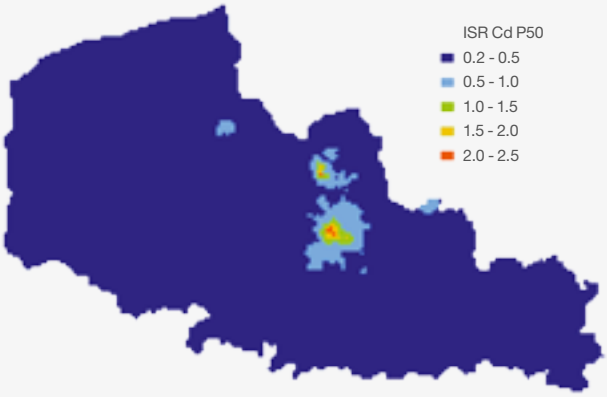
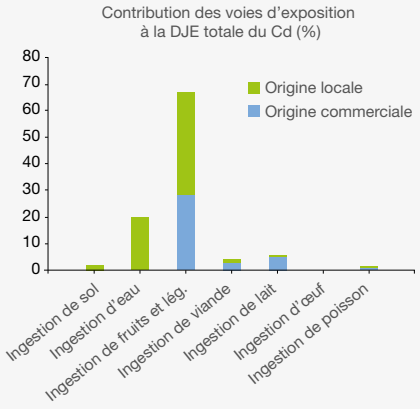


Figure 3

Histogrammes des contributions relatives des voies d'exposition à la dose journalière d'exposition (DJE) totale différenciées selon leur provenance pour le Nord – Pas-de-Calais pour le cadmium.