Approche géographique spatio-temporelle de la pollution de l'air : effets sur la santé

Période : septembre 2014 à novembre 2014

Gilles MAIGNANT | **maignant@unice.fr**

CNRS – UMR 7300 ESPACE – Nice – France

Mots-clés : **Air intérieur, air extérieur, analyse spatiale, exposition, ville**

La pollution de l'air constitue un enjeu reconnu de santé publique mais le rôle spécifique de la pollution de l'air intérieur reste encore à préciser. Cette note a pour but d'apporter un nouveau regard sur les liens pollution de l'air – santé en s'interrogeant d'une part à la pénétration de l'air dans les habitations (article de Breen *et coll.*) ; d'autre part aux facteurs de stress susceptibles d'aggraver les effets de cette pollution (article de Shmool *et coll.*). Les deux études présentent un intérêt commun car elles permettent de mieux cerner les inégalités de santé à travers une approche spatiale qui est bien souvent absente dans de très nombreuses études sur le sujet. Elles mettent ainsi l'accent sur les inégalités d'expositions et la santé à différentes échelles spatiales, ce qui constitue une approche originale et novatrice de la question de la qualité de l'air et de ses impacts en ville.

Modélisation de la variabilité spatio-temporelle des taux de renouvellement d'air (air extérieur – air intérieur) à proximité de l'exposition aux routes et effets des polluants urbains (étude NEXUS)

Breen MS, Burke JM, Batterman SA, Vette AF, Godwin C, Croghan CW, Schultz BD, Long TC. Modeling spatial and temporal variability of residential air exchange rates for the near-road exposures and effects of urban air pollutants study (NEXUS). *Int J Environ Res Public Health* 2014;**11**:11481-504

Résumé

Bien souvent, les études sur la pollution de l'air s'intéressent soit à la pollution extérieure, soit à la pollution intérieure mais rarement au transfert entre les deux. Cette étude, qui se déroule à Détroit (USA), tend à combler ce vide. En effet, elle a pour but d'évaluer la part de pollution qui pénètre dans les maisons (66 % du temps passé). L'objectif est d'estimer et de modéliser les échanges d'air (AER[1]) de 213 maisons exposées à des rues à fort trafic et d'en déduire les impacts sur la santé (enfants asthmatiques, étude NEXUS). L'AER a été modélisé en tenant compte de la météorologie et d'un questionnaire sur les caractéristiques physiques du bâti. Deux modèles ont été mis en place (LBL[2] et LBLX[3]), modèles qui ont été calibrés par des mesures *in situ* sur vingt-quatre maisons du panel durant cinq jours consécutifs pour deux saisons (le printemps et l'automne). L'AER varie peu entre ces deux saisons (0,63 h^{-1} à l'automne, 0,67 h^{-1} au printemps) ; et ce quel que soit le modèle (LBL ou LBLX) utilisé. À partir du modèle LBL une généralisation pour les 213 maisons du panel a été entreprise pour fournir des éléments à l'étude NEXUS. Cette étude cherche à comprendre les liens entre la pollution de l'air et la survenue d'asthme ou de symptômes respiratoires pour des enfants de six à quatorze ans, vivant proches d'axes de forte circulation automobile.

Commentaire

L'approche développée dans cet article est innovante car bien souvent les questions de pollution de l'air intérieur et de pollution de l'air extérieur sont étudiées séparément l'une de l'autre. Ici, cette interface est modélisée en prenant en compte les infiltrations à travers l'enveloppe et la ventilation naturelle. L'étude NEXUS qui complète la méthodologie tend à apporter des éléments de caractérisation sur l'exposition des patients en fonction des modes de vie. Mais la méthodologie amène à considérer quelques limites. La première limite de cette étude réside dans le modèle d'estimation du taux de renouvellement d'air. En effet, le calibrage du modèle a été réalisé sur un cluster de vingt-trois maisons qui sont plus anciennes que la moyenne du bâti environnant et ces maisons ne bénéficient donc pas forcément des dernières technologies en termes d'isolation ou de ventilation. De plus l'existence ou pas de VMC[4] dans le logement n'a pas été prise en compte. La deuxième limite de cette étude vient du fait que l'on s'intéresse aux deux seules saisons : printemps et automne, ce qui empêche la généralisation, surtout pour l'été où les fenêtres restent plus souvent ouvertes (taux de renouvellement d'air plus variable et plus important dans cette période). Enfin, le couplage du modèle d'exposition et du modèle de santé (NEXUS) mériterait d'être plus approfondi par la mise en place d'une enquête fine sur les modes de vie.

Facteurs de stress sociaux et pollution de l'air à travers les communautés de New York : une approche spatiale pour évaluer les corrélations entre plusieurs expositions

Shmool JLC, Kubzansky LD, Newman OD, Spengler J, Shepard P, Clougherty JE. Social stressors and air pollution across New York City communities: a spatial approach for assessing correlations among multiple exposures *Environ Health* **2014;**13:91 DOI:10.1186/1476-069X-13-91

Résumé

Des études récentes montrent qu'un stress psychosocial chronique influence à la hausse les effets de la pollution de l'air sur la santé. L'article permet de discerner les expositions chimiques à la pollution de l'air des expositions non chimiques (stress, facteurs sociaux) sur des communautés vivant à New-York. L'un des objectifs de cette étude est également d'évaluer les relations potentielles entre les concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) et le nombre de passages aux urgences pédiatriques pour motif d'asthme. Ainsi, l'étude est basée sur 26 indicateurs de stress mettant en avant des modèles géographiques autour de trois grands facteurs : la criminalité et les troubles physiques, le surpeuplement et l'accès limité aux ressources, les troubles de voisinage et le bruit. L'influence de ces facteurs sur les modèles classiques d'exposition à la pollution de l'air est estimée. Pour ce faire, la méthodologie employée est un couplage de méthodes classiques de statistiques (modèles autorégressifs[5] et analyses factorielles) et de méthodes issues de l'analyse spatiale (SIG[6] notamment), en découpant l'espace en zones surfaciques homogènes plutôt que de choisir des zones calibrées sur des densités de population. Ainsi, l'analyse factorielle a mis en avant le rôle de trois grands facteurs (F1, F2, F3), statistiquement robustes, expliquant chacun une part importante de la variance spatiale des 26 indicateurs sociaux. Ainsi, F1 (criminalité et troubles physiques) explique 38 % de la variance, F2 (surpeuplement et accès limité aux ressources) explique 35 % de la variance et F3 (troubles de voisinage et bruit) en explique environ 27 %.

Commentaire

Cette étude met en avant deux points majeurs. Tout d'abord à travers une étude statistique, la part de chaque facteur de stress sur les effets de la pollution sur la santé a été estimée, tout en tenant compte de l'auto corrélation spatiale et de la densité de données disponibles. Les résultats montrent que les indicateurs de stress considérés sont non-corrélés spatialement. L'article met également en avant le fait que les concentrations moyennes des polluants CO, NO_2, $PM_{2,5}$ et SO_2 sont toutes positivement corrélées avec les UHF[7] et inversement corrélées pour l'ozone O_3. Des corrélations spatiales fortes ont été identifiées entre ces polluants et le facteur F3. L'une des limites de la méthode réside dans le découpage administratif arbitraire, bien que les résultats aient été confrontés et semblent robustes face aux effets de MAUP[8]. De même, des études empiriques, tenant compte notamment de la mise en place de mesures, semblent nécessaires pour étudier les relations spatiales qu'entretiennent les facteurs chimiques avec les facteurs non-chimiques (facteurs de stress). Il est donc nécessaire de ne pas se restreindre aux critères socio-économiques globaux (approche classique) sous peine de biaiser fortement les études épidémiologiques multi-expositions (stress et pollution) et la détection d'espaces à enjeux.

Conclusion générale

La compréhension des liens environnement – santé a beaucoup progressé ces dernières années. Cependant, la prise en compte de l'espace géographique dans l'inégale répartition de la pollution de l'air en lien avec des troubles sanitaires mérite encore d'être approfondie (lien territoire – santé). De même, les interfaces air intérieur – air extérieur et facteurs environnementaux – facteurs de stress gagneraient à être mieux quantifiées. Il est nécessaire de compléter l'approche modélisatrice par des campagnes de mesures plus fines et incluant un panel de patients plus importants.

General conclusion

Understanding the links between environment and health has improved a lot in the last decades. However, the inclusion of geographical space in the unequal distribution of air pollution related to health disorders needs further exploration (relationship health and space). Similarly, indoor/outdoor air interfaces and the links between environmental factors and stress factors' influence have to be better quantified. Therefore, it is necessary to complete the modelling approach by campaigns of finer measures by including a larger panel of patients.

Lexique

(1) AER : Air Exchange Rate : taux de renouvellement d'air c'est-à-dire le nombre de fois où l'air intérieur d'un bâtiment (ou d'une pièce) est renouvelé par de l'air extérieur pendant une durée d'une heure.
(2) LBL : Méthode simplifiée pour combiner l'information climatique et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe d'un bâtiment afin de calculer l'infiltration de l'air.
(3) LBLX : Extension de la méthode LBL pour inclure le transfert d'air par les grandes ouvertures (portes et fenêtres) par ventilation naturelle (effet combiné du tirage thermique et du vent).
(4) VMC : Ventilation mécanique contrôlée
(5) Modèle autorégressif : Modèle de régression pour séries temporelles dans lequel la série est expliquée par ses valeurs passées plutôt que par d'autres variables, modèle semblable à un modèle d'apprentissage.

(6) SIG : Système d'information géographique
(7) UHF : Unité spatiale homogène permettant de s'affranchir des densités de population ; unité d'exploitation des admissions à l'hôpital (données de santé de l'enquête). Territoire de santé.
(8) MAUP : Modifiable Area Unit Problem: méthode d'analyse géographique permettant d'estimer l'influence du découpage spatial dans la mesure d'un indicateur ou d'une donnée statistique

Autres publications identifiées

Deffner V, Küchenhoff H, Maier V, *et al.* Personal exposure to ultrafine particles: two level statistical modeling of background exposure and time-activity patterns during three seasons. *J Expo Sci Environ Epidemiol 19-11-2014,* DOI : 10.1038/jes.2014.73
L'article de Deffner et coll. a également été présélectionné pour son approche spatiale en termes de modélisation. De plus, il traite des liens entre pollution de l'air intérieur et pollution de l'air extérieur tout en s'intéressant à l'impact de la saisonnalité. Enfin, l'approche est également intéressante car elle compare les expositions simulées et les expositions de dix personnes volontaires portant des capteurs (campagnes de mesures).
Bennett O, Kandala NB, Ji C, *et al.* Spatial variation in heart failure and air pollution in Warwickshire, UK : an investigation of small scale variation at the ward level. *The Lancet, Vol. 384, 19 november 2014,* DOI : 10.1016/S0140-6736(14)62146-2
L'article de Benett et coll. propose de réfléchir à l'étude spatiale de la morbidité et de la mortalité, incluant les maladies cardiovasculaires comme l'arrêt cardiaque. L'étude montre des patterns spécifiques sur l'espace de Warwickshire mettant en avant le rôle de la différenciation spatiale (exposition) bien au-delà de simples facteurs personnels (génétiques ou autres).
Gordon SB, Bruce NG, Grigg J, *et al.* Respiratory risks from household air pollution in low and middle income countries. *Lancet Respir Med 2014; **2**:823-860, DOI : 10.1016/S2213-2600(14)70168-7*
Un troisième article, celui de Gordon et coll. propose de s'intéresser à un type particulier de pollution intérieure et aux maladies respiratoires afférentes. Bien qu'intéressante sur la mise en cause des polluants intérieurs dans la prévalence de maladies, nous n'avons pas retenu cette étude car elle était très peu spatialisée.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent :
☒ n'avoir aucun conflit d'intérêts ;
☐ avoir un ou plusieurs conflits d'intérêts.