



HAL
open science

Mortalité infantile, défaveur et proximité aux industries polluantes : une analyse spatiale conduite à fine échelle (agglomération de Lille, France)

Cindy Padilla, Benoit Lalloué, Denis Zmirou-Navier, Séverine Deguen

► To cite this version:

Cindy Padilla, Benoit Lalloué, Denis Zmirou-Navier, Séverine Deguen. Mortalité infantile, défaveur et proximité aux industries polluantes : une analyse spatiale conduite à fine échelle (agglomération de Lille, France). *Environnement, Risques & Santé*, 2011, 10 (3), pp.216-221. 10.1684/ers.2011.0455 . hal-01118566

HAL Id: hal-01118566

<https://univ-rennes.hal.science/hal-01118566>

Submitted on 28 Nov 2022

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.

Mortalité infantile, défaveur et proximité aux industries polluantes : une analyse spatiale conduite à fine échelle (agglomération de Lille, France)

CINDY PADILLA^{1,2}

BENOIT LALLOUÉ^{1,2}

DENIS ZMIROU-NAVIER^{1,2,3,4}

DEGUEN SÉVERINE^{1,2}

¹ EHESP (École des hautes études en santé publique), Rennes, Sorbonne Paris Cité
Avenue du Pr Léon-Bernard
35043 Rennes cedex, France
<cindy.padilla@ehesp.fr>
<sylvaine.cordier@univ-rennes1.fr>

² Institut de recherche en santé environnement travail
Rennes
France

³ Inserm U954
Vandœuvre-les-Nancy
France
<Denis.Zmirou@nancy.inserm.fr>

⁴ Université de Nancy, Vandœuvre-les-Nancy
France
<helene.primerano@uhp-nancy.fr>

Tirés à part :
C. Padilla

Résumé. L'objectif de l'étude est d'explorer la relation entre mortalité infantile, défaveur et proximité aux industries polluantes à Lille entre 2000 et 2009. L'unité géographique est l'Iris (îlots regroupés pour l'information statistique), la plus petite unité pour laquelle des données de population sont disponibles. Les informations sur les cas de mortalité infantile ont été recueillies auprès des mairies. L'adresse de résidence a permis de leur affecter leur Iris de résidence. Les industries polluantes ont été sélectionnées à partir de la base européenne des industries polluantes (EPER, *European Pollutant Emission Register/Registre européen des émissions de polluants*). Un indice de défaveur a été estimé à l'échelle de l'Iris à partir des données de l'Insee du recensement de 1999. Une analyse bayésienne prenant en compte à la fois la forte variabilité des taux de mortalité dans chaque Iris ainsi que l'auto-corrélation spatiale a permis de déterminer la relation avec la déprivation et la proximité aux industries. Les résultats montrent que le risque de mortalité infantile est multiplié par 1,53 (IC 95 % [1,33-1,76]) pour une augmentation d'une unité de la défaveur. Aucune association significative n'a pu être mise en évidence avec la proximité aux industries polluantes. Notre résultat confirme, à une échelle géographique fine, l'influence du niveau socio-économique sur la mortalité infantile en France. La finesse de notre unité géographique n'apparaît pas adaptée à l'indicateur de proximité aux industries polluantes élaboré.

Mots clés : défaveur ; disparités d'état sanitaire ; indicateurs d'état sanitaire ; inégalités ; mortalité infantile ; théorème de Bayes.

Abstract

Infant mortality, deprivation and proximity to polluting industrial facilities – A small-scale spatial analysis with census data (Lille Metropolitan Area, France)

The objective of the study was to investigate the association between infant mortality, deprivation and proximity to polluting industries in Lille between 2000 and 2009. The geographical unit used was the smallest French census block: the Iris. Information on infant deaths was collected from local authorities. These data include the family address, so that they can be assigned to their Iris of residence. Polluting industries were identified from the European database of polluting industries (EPER). A deprivation index was calculated across the Iris, from the Insee census data of 1999. Bayesian analysis, taking both the high variability in mortality rates in each Iris and the spatial autocorrelation into account, made it possible to determine the relation with deprivation and industries. The results show that the risk of infant mortality was multiplied by 1.53 (95% CI [1.33-1.76]) for a unit increase of deprivation, no significant association was observed with proximity to polluting industries. Our results confirmed the influence of socioeconomic status on infant mortality across the smallest scale area for which data were available in France. No association was observed with proximity to polluting industries, probably because the small scale of our units was not appropriate for the index of proximity to the polluting facilities that we used.

Key words: Bayes theorem; deprivation; health status disparities; health status indicators; inequalities; infant mortality.

Pour citer cet article : Padilla C, Lalloué B, Zmirou-Navier D, Séverine D. Mortalité infantile, défaveur et proximité aux industries polluantes : une analyse spatiale conduite à fine échelle (agglomération de Lille, France). *Env Risque Sante* 2011 ; 10 : 216-21. doi : 10.1684/ers.2011.0455

Le constat des inégalités sociales de santé (ISS) est aujourd'hui solidement établi dans la plupart des pays industrialisés. Globalement, les populations socio-économiquement défavorisées sont davantage touchées que les populations les plus aisées par de nombreux et divers problèmes de santé (cancers, asthme, maladies cardiovasculaires [1, 2]). Récemment, ce même constat d'inégalités sociales relatif à la mortalité ou la mortalité périnatale a été rapporté dans la littérature [3, 4].

Selon les territoires d'étude, ces ISS peuvent présenter des caractéristiques très différentes. La mortalité infantile, reconnue pour être un indicateur de l'état de santé globale des populations, présente des variations importantes entre les territoires français, et ce à toutes les échelles : régionale, départementale et infra-départementale. Seule, une analyse à une résolution spatiale fine conduit à une compréhension approfondie de la répartition géographique des inégalités de santé, élément essentiel pour révéler les inégalités au niveau local souvent masqué par des estimations à grande échelle comme la ville ou la région [5].

Parmi les facteurs susceptibles d'expliquer ces inégalités, plusieurs déterminants sociaux ont été proposés. Les facteurs de risques individuels (alcoolisme, tabagisme, sédentarité, obésité, diabète...), connus de la littérature, seraient plus prévalents parmi les populations les plus défavorisées. N'expliquant cependant qu'une partie des ISS observées, d'autres facteurs tels que les facteurs contextuels [6, 7] (c'est-à-dire qui ne sont pas dus à l'individu mais que l'individu subit) tels que l'accès inégal au système de soins, à la prise en charge et aux traitements les plus adaptés, l'environnement de vie, ont été avancés.

En dépit de nombreux facteurs de risques déjà identifiés, une partie des inégalités sociales de santé demeure, à ce jour, inexpliquée. Dans ce contexte, les nuisances environnementales ont été suspectées comme pouvant contribuer à ces inégalités [8, 9]. En effet, parmi la population générale, les groupes socio-économiquement défavorisés pourraient être à la fois plus exposés à des sources polluantes et plus susceptibles aux effets sanitaires en résultant, en raison d'un état sanitaire comparativement dégradé et d'un moindre accès aux soins précoces. À travers ces deux mécanismes pouvant agir de manière indépendante ou combinée, les populations défavorisées pourraient souffrir de plus forts effets sanitaires de l'exposition à des facteurs de risque environnementaux.

L'objectif de cette étude est d'étudier la relation entre les variabilités géographiques des inégalités de mortalité infantile et la défaveur socioéconomique et environnementale à une échelle fine de l'agglomération de Lille, en France, au cours de la période 2000-2009.

Matériel et méthode

Cette étude s'intègre dans le programme de recherche EQUITAREA que nous développons au sein de l'École

des hautes études en santé publique (EHESP). Son objectif général est d'étudier la contribution des expositions environnementales et d'un cumul de celles-ci aux inégalités sociales de santé en France. Il s'agit d'une étude écologique conduite à l'échelle des îlots regroupés pour l'information statistique (Iris, regroupant en moyenne 2 000 habitants). L'agglomération lilloise est composée de 85 communes et de 506 Iris.

Les décès d'enfants de moins d'1 an ont été recueillis auprès des mairies de l'agglomération de Lille et l'adresse de résidence recueillie a permis de leur affecter leur Iris de résidence.

Le niveau socio-économique des Iris a été estimé par l'indicateur de défaveur socio-économique [10, 11]. Il a été construit à partir des données du recensement de l'Insee de 1999. Il est composé de 19 variables qui reflètent la dimension matérielle et sociale de la défaveur. L'indice a été introduit dans les modèles statistiques sous deux formes : en quantitatif et en cinq classes approximativement équivalentes aux quintiles de la distribution (la catégorie 1 représentant les Iris les plus favorisés et la catégorie 5 les Iris les plus défavorisés). La répartition spatiale de l'indicateur de défaveur montre un fort contraste à l'échelle de l'Iris. Ces contrastes opposent les Iris les plus démunis qui sont concentrés dans les grandes villes de l'agglomération, notamment Lille, Roubaix et Tourcoing. Les Iris les plus privilégiés sont au contraire en périphérie (figure 1).

La proximité des industries polluantes a été déterminée à partir des données du registre européen des industries polluantes (EPER, *European Pollutant Emission Register/Registre européen des émissions de polluants*). La base EPER 2004 est le premier registre européen des émissions rejetées dans l'air et l'eau par les grandes et moyennes installations industrielles dépassant un seuil d'émissions par type de polluants. Il couvre 50 polluants différents et contient des données provenant de tous les États membres (<http://www.eper.cec.eu.int/>). Sur l'agglomération de Lille, au total, 52 industries polluantes dépassant le seuil autorisé ont été enregistrées. Un indice de proximité a été estimé pour chaque Iris en cumulant les distances entre les industries localisées dans l'agglomération et le centroïde de chaque Iris.

Pour estimer les risques relatifs de la mortalité infantile liée au statut socio-économique à l'échelle du quartier, nous avons utilisé un modèle hiérarchique bayésien proposé par Besag *et al.* [12]. Ce modèle nous permet de prendre en compte la variabilité due au faible nombre de cas dans chaque unité géographique et de considérer l'information fournie par les valeurs des unités géographiques voisines. En effet, ce modèle contrôle à la fois l'hétérogénéité spatiale et la composante d'auto-corrélation spatiale de nos données. Les modèles ont été réalisés à l'aide du logiciel WinBUGS version 1.4.1 (MRC Biostatistics Unit Cambridge, Royaume Uni) Nous avons introduit le niveau de pauvreté du quartier dans le modèle de différentes façons : directement auprès de l'indice quanti-

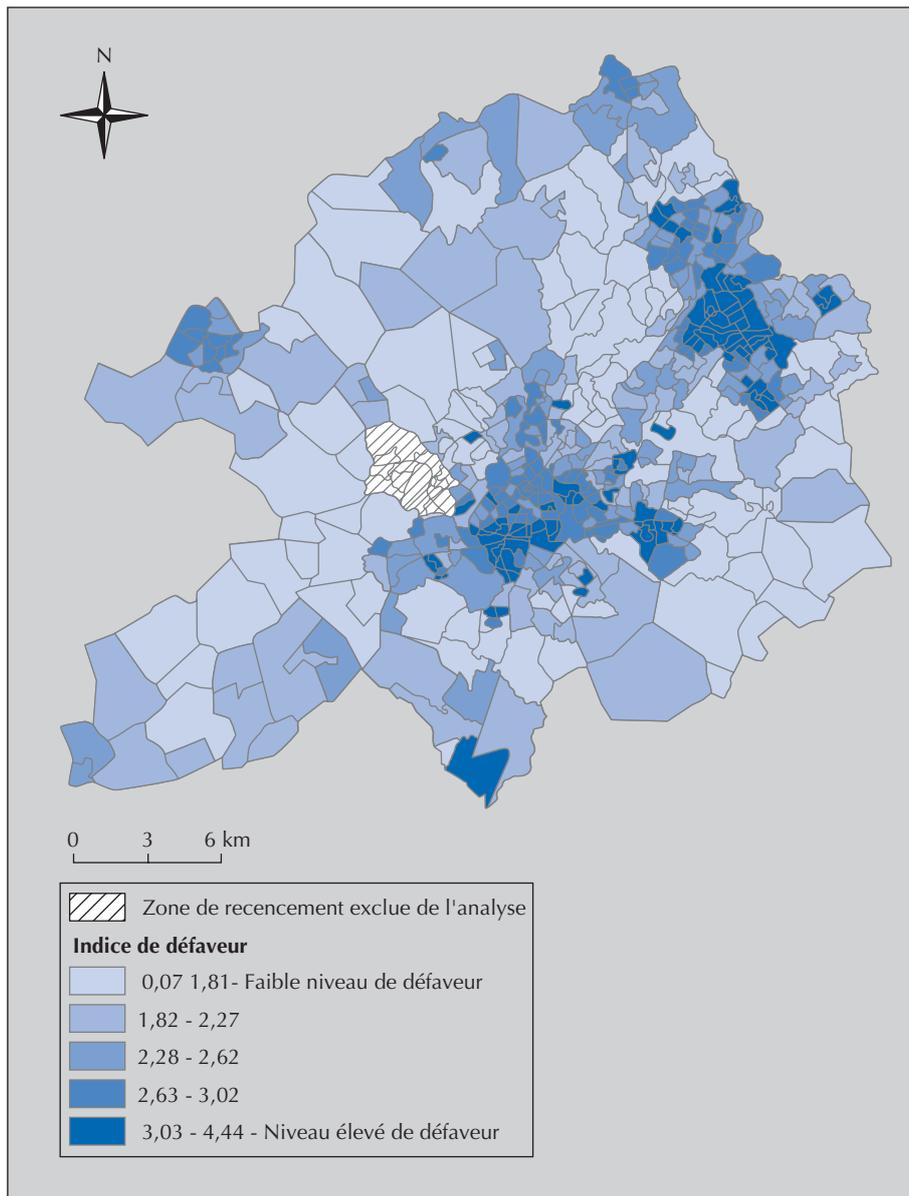


Figure 1. Indice de défaveur de l'agglomération de Lille à l'échelle des îlots regroupés pour l'information statistique.

Figure 1. Deprivation Index in the Lille metropolitan area, by French census block.

tatif de statut économique et social (SES) et comme covariables correspondant aux catégories de défaveur exceptée la première (la plus privilégiée) utilisée comme référence.

Résultats

L'agglomération de Lille est caractérisée par un taux de mortalité infantile moyen pour la période 2000-2009 de

5,1 décès d'enfants de moins de 1 an pour 1 000 naissances vivantes (écart type = 7,2) et une médiane de 3,8 décès pour 1 000 naissances vivantes (figure 2).

Quel que soit le modèle mis en œuvre, les résultats montrent une influence significative de la défaveur sur la mortalité infantile. Plus précisément, il existe un clair gradient du risque de mortalité infantile de la catégorie la plus privilégiée (catégorie 1, servant de référence) à la catégorie des plus démunis : catégorie 5. En effet, pour les femmes résidant dans les Iris les plus défavorisés, le risque de mortalité infantile est multiplié

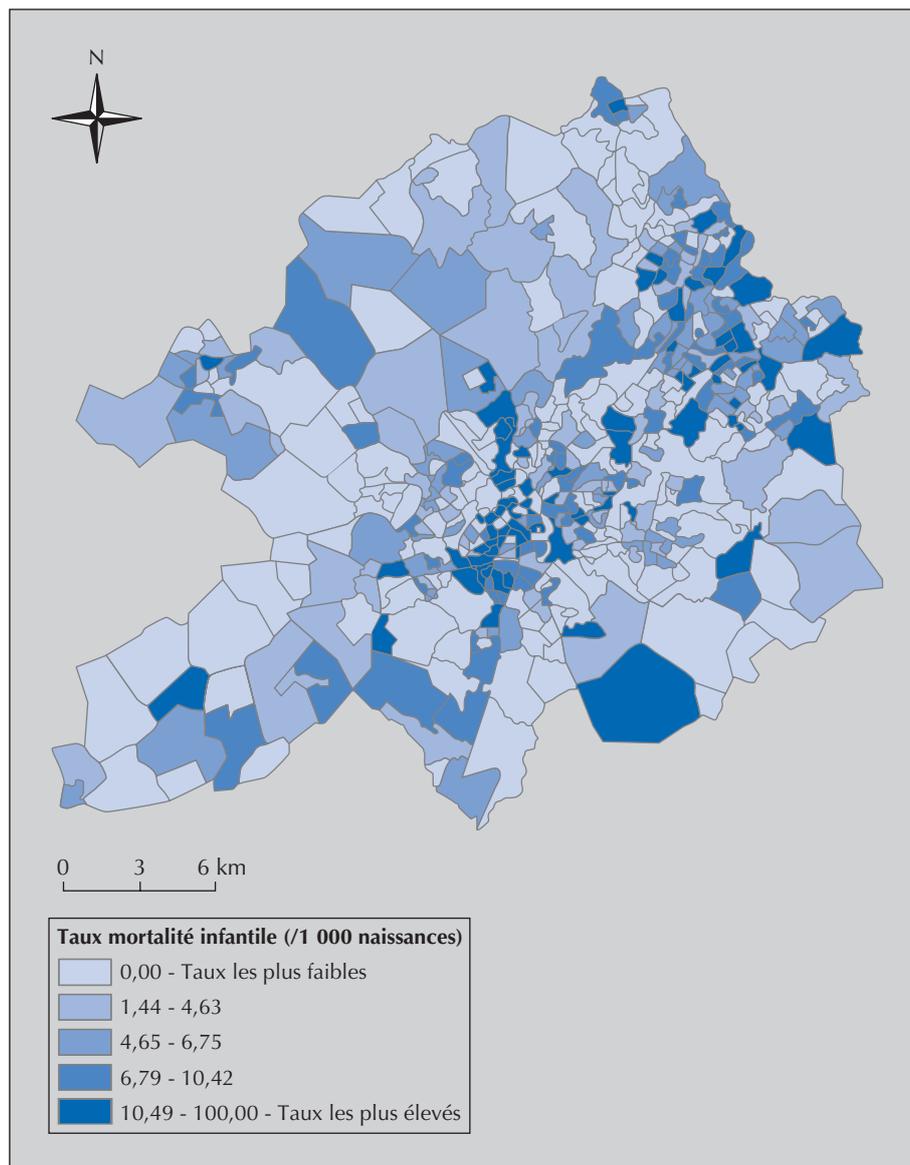


Figure 2. Taux de mortalité infantile de l'agglomération de Lille à l'échelle des îlots regroupés pour l'information statistique.

Figure 2. Infant mortality rate in the Lille metropolitan area by French census block.

Copyright © 2022 John Libbey Eurotext. Téléchargé par EHESP ECOLE DES HAUTES ETUDES le 28/11/2022.

par 2,8 par rapport aux femmes résidant dans les Iris les plus favorisés (OR = 2,83; IC 95 % = [2,02-3,99]) (figure 1).

En revanche, aucune association significative avec la proximité aux industries polluantes, y compris en tenant compte de possibles interactions avec le niveau socio-économique n'a été mise en évidence (tableau 1) Cependant, on peut constater que les populations les plus défavorisées seraient localisées à plus grande proximité des industries polluantes que les populations plus aisées (tableau 2).

Discussion et conclusion

Notre étude confirme l'existence d'inégalités sociales de santé à l'échelle géographique fine. En effet, nous montrons que le risque de mortalité infantile est inversement proportionnel au statut socio-économique de l'Iris de résidence des mères. En revanche, nous n'avons pas démontré de lien significatif avec la proximité aux industries polluantes à l'échelle de l'Iris malgré qu'il a été constaté que les populations les plus défavorisées seraient

Tableau 1. Risque relatif (RR) de la mortalité infantile selon l'indice de défaveur.

Table 1. Relative risk (RR) of infant mortality by deprivation index.

Modèles	Catégories de défaveur	RR [95 % IC]
Indice de défaveur	SES	1,55 [1,33-1,78]
Niveau de défaveur	C1 : classe moins défavorisée	1,00 ^a
	C2	1,41 [0,99-2,00]
	C3	1,82 [1,31-2,57]
	C4	2,39 [1,70-3,37]
	C5 : classe plus défavorisée	2,59 [1,88-3,61]

^a Catégorie de référence ; SES : statut économique et social.**Tableau 2.** La population la plus défavorisée vit plus près des industries polluantes que la population plus aisée.

Table 2. The most deprived population lives closer to industrial facilities than the more affluent ones.

Classes de l'indice de défaveur	Moyenne géométrique (km)	km [95 % IC]
Classe 1 : [0,07-1,81]	559	[533-586]
Classe 2 : [1,82-2,27]	557	[527-582]
Classe 3 : [2,28-2,62]	561	[536-586]
Classe 4 : [2,63-3,02]	544	[519-571]
Classe 5 : [3,03-4,44]	499	[483-516]

localisées à plus grande proximité des industries polluantes que les populations plus aisées.

La principale limite de notre étude tient à l'indicateur utilisé pour mesurer la proximité des populations aux industries polluantes. En effet, celui-ci n'est probablement pas adapté à la finesse de l'unité géographique. Une synthèse de la littérature [13] a permis d'identifier trois grandes catégories d'indicateurs de proximité aux industries. La proximité des populations aux installations industrielles émettrices de polluants ou classées « à risque industriel » sera dorénavant analysée à l'aide de la méthode des *buffers*.

Un autre inconvénient de notre étude est le manque d'informations notamment pour les émissions des industries polluantes. En effet, la base de données EPER n'enregistre que les industries polluantes dépassant un seuil fixé par la réglementation européenne et ce seuil est déjà très élevé. De nombreuses industries polluantes ne sont donc pas prises en compte dans notre étude. Dans le cadre d'une collaboration avec l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), les données collectées par l'Inventaire national spatialisé, qui regroupent toutes les industries quel que soit leur seuil ainsi que les émissions polluantes par ces industries, seront prises en compte dans une prochaine analyse.

En revanche, notre étude a été réalisée à l'échelle la plus fine possible compte tenu de la disponibilité des données et utilise un indice de défaveur validé par d'autres études à Strasbourg [10, 11, 14, 15]. À notre connaissance, aucune étude française n'a été réalisée à l'échelle de l'Iris pour étudier les variations spatiales de la

mortalité infantile. De plus, nous avons utilisé une méthodologie statistique adaptée au « design » et à la rareté de l'événement sanitaire étudié. La prise en compte de l'auto-corrélation spatiale est importante et renforce notre résultat. Cette méthode a été rarement utilisée dans les études épidémiologiques en santé publique.

En conclusion, notre étude a confirmé l'existence de disparités socio-spatiales du risque de mortalité infantile. De nouveaux développements méthodologiques sont actuellement en cours pour construire un indicateur de proximité des populations aux industries polluantes qui prendrait en compte les émissions de celles-ci, plus adapté à la finesse de notre analyse.

Ce projet, dans sa globalité, a pour but d'explorer les interactions entre trois familles de variables environnementales, socio-économiques et événements de santé, qui ne sont pas souvent considérées simultanément dans les études épidémiologiques. Alors que l'étude des inégalités sociales de santé ou des effets des facteurs de risque environnementaux sur la santé est maintenant courante dans la littérature de santé publique, l'évaluation de leur effet conjoint ne l'est pas et pourrait éclairer les politiques publiques visant à réduire les risques et les inégalités. ■

Remerciements et autres mentions

Financement : Agence nationale de la recherche (ANR), direction générale de la santé (DGS), École des hautes études en santé publique (EHESP), Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), Région Nord Pas-de-Calais ; **conflits d'intérêts :** aucun.

Références

1. Dalstra JA, Kunst AE, Borrell C, *et al.* Socioeconomic differences in the prevalence of common chronic diseases: an overview of eight European countries. *Int J Epidemiol* 2005 ; 34 : 316-26.
2. Menvielle G, Kunst AE, Stirbu I, *et al.* Socioeconomic inequalities in alcohol related cancer mortality among men: to what extent do they differ between Western European populations? *Int J Cancer* 2007 ; 121 : 649-55.
3. Singh GK, Kogan MD. Persistent socioeconomic disparities in infant, neonatal, and postneonatal mortality rates in the United States, 1969-2001. *Pediatrics* 2007 ; 119 : e928-39.
4. Smith GC, Fretts RC. Stillbirth. *Lancet* 2007 ; 370 : 1715-25.
5. Barcelo MA, Saez M, Saurina C. Spatial variability in mortality inequalities, socioeconomic deprivation, and air pollution in small areas of the Barcelona Metropolitan Region, Spain. *Sci Total Environ* 2009 ; 407 : 5501-23.
6. Costa G, D'errico A. Inequalities in health: do occupational risks matter? *Eur J Public Health* 2006 ; 16 : 340.
7. Siegrist J, Marmot M. Health inequalities and the psychosocial environment-two scientific challenges. *Soc Sci Med* 2004 ; 58 : 1463-73.
8. Evans GW, Kantrowitz E. Socioeconomic status and health: the potential role of environmental risk exposure. *Annu Rev Public Health* 2002 ; 23 : 303-31.
9. O'Neill MS, Jerrett M, Kawachi I, *et al.* Health, wealth, and air pollution: advancing theory and methods. *Environ Health Perspect* 2003 ; 111 : 1861-70.
10. Deguen S, Lalloue B, Bard D, Havard S, Arveiler D, Zmirou-Navier D. A small-area ecologic study of myocardial infarction, neighborhood deprivation, and sex: a Bayesian modeling approach. *Epidemiology* 2010 ; 21 : 459-66.
11. Havard S, Deguen S, Bodin J, Louis K, Laurent O, Bard D. A small-area index of socioeconomic deprivation to capture health inequalities in France. *Soc Sci Med* 2008 ; 67 : 2007-16.
12. Besag J, York J, Mollie A. Bayesian image restoration with two applications in spatial statistics. *Ann I Stat Math* 1991 ; 43 : 1-21.
13. Deguen S, Paulus H, Zmirou-Navier D. Indicators of residential proximity to industrial facilities, a literature review dealing with proximity index. *Environ Int* 2011.
14. Havard S, Deguen S, Zmirou-Navier D, Schillinger C, Bard D. Traffic-related air pollution and socioeconomic status: a spatial autocorrelation study to assess environmental equity on a small-area scale. *Epidemiology* 2009 ; 20 : 223-30.
15. Laurent O, Bard D, Filleul L, Segala C. Effect of socioeconomic status on the relationship between atmospheric pollution and mortality. *J Epidemiol Community Health* 2007 ; 61 : 665-75.