Des cocktails délétères : Les inégalités d'exposition aux pollutions de l'air en France

Camille Salesse

▶ **To cite this version:**

Camille Salesse. Des cocktails délétères : Les inégalités d'exposition aux pollutions de l'air en France. LIEPP Policy Brief n°64, 2023. hal-04053381

HAL Id: hal-04053381

https://sciencespo.hal.science/hal-04053381

Submitted on 31 Mar 2023

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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

LIEPP policybrief

SciencesPo

#64

Mars 2023

Des cocktails délétères : Les inégalités d'exposition aux pollutions de l'air en France

Camille Salesse*

camille.salesse@umontpellier.fr
Doctorant au centre d'économie de l'environnement de Montpellier

RÉSUMÉ

Ce policy brief présente les résultats de recherche d'une évaluation des inégalités sociales d'exposition à plusieurs polluants de l'air en mobilisant de nouveaux indicateurs. Les écarts d'exposition entre communes sont mesurés à travers le nombre de jours d'exposition à risque et la composition des jours de pollution. Les résultats montrent que les communes urbaines cumulent de nombreux jours d'exposition dont une part importante sont des jours de multi exposition (jours cocktails). Les communes rurales, quant à elles, ont moins de jours d'exposition et les mélanges de polluants sont moins fréquents. Aussi, parmi les communes urbaines denses, les communes les plus défavorisées cumulent davantage de jours d'exposition à la pollution alors que parmi les communes rurales le résultat est inverse, toutes choses égales par ailleurs. Cet écart est cependant beaucoup plus faible pour les communes rurales. Enfin, dernier résultat présenté dans ce policy brief, les jours de pollution des communes rurales les plus aisées sont composés d'une plus grande part de jours cocktail. En revanche, les communes urbaines pauvres et aisées ont une part en moyenne équivalente de jours cocktails, toutes choses égales par ailleurs.

ABSTRACT

This policy brief presents the research results of an assessment of social inequalities in exposure to several air pollutants using new indicators. Exposure differences between municipalities are measured through the number of exposure days at risk and the composition of pollution days. The results show that urban communities accumulate many exposure days, a significant part of which are multi-exposure days (cocktail days). Rural communities have fewer exposure days and mixtures of pollutants are less frequent. Also, among dense urban municipalities, the most disadvantaged municipalities accumulate more days of exposure to pollution, whereas among rural municipalities the result is the opposite, all other things being equal. However, this difference is much smaller for rural municipalities. Finally, the last result presented in this policy brief is that the pollution days of the most affluent rural communes are composed of a larger share of cocktail days. In contrast, poor and affluent urban municipalities have an equivalent average share of cocktail days, all other things being equal.

** L'auteur adhère à la charte de déontologie du LIEPP disponible en ligne et n'a déclaré aucun conflit d'intérêt potentiel.*

Comment citer cette publication :

Camille Salesse, **Des cocktails délétères : les inégalités d'exposition aux pollutions de l'air en France**, *LIEPP Policy Brief*, n°64, 2023-03-30.

Introduction

La pollution de l'air est responsable de nombreux morts en France (Santé publique France 2021) mais elle a également des effets plus insidieux sur les performances cognitives pouvant affecter la productivité (Chang et al. 2019) et les résultats scolaires (Carneiro, Cole, et Strobl 2021). Les inégalités d'exposition à la pollution de l'air peuvent ainsi renforcer par ces biais les inégalités sociales de santé, d'éducation, de revenu.

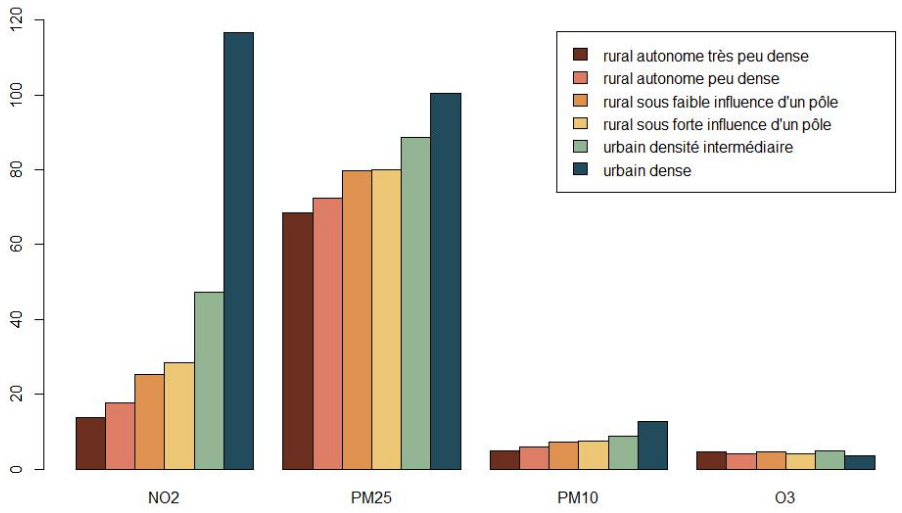
Plusieurs études ont montré la surexposition des plus pauvres et des minorités à la pollution de l'air aux Etats-Unis (Banzhaf, Ma, et Timmins 2019; Christensen, Sarmiento-Barbieri, et Timmins 2022; Jbaily et al. 2022) et en France (Champalaune 2021), particulièrement au sein des zones urbaines. Mais ces études utilisent des indicateurs très imparfaits d'exposition mesurée à travers la proximité à un site polluant, la concentration moyenne annuelle d'un polluant dans l'air ou les émissions annuelles d'un polluant. Ces indicateurs ne donnent cependant pas d'informations quant à la fréquence des expositions à risque à la pollution. Ils ne donnent pas non plus d'informations quant à la présence simultanée de plusieurs polluants de l'air pouvant former une mixture encore plus toxique.

Ce policy brief présente les résultats de recherche d'une récente étude académique [1] qui évalue les inégalités sociales d'exposition à la pollution de l'air en France en utilisant de nouveaux indicateurs conçus à partir de données journalières de concentration des quatre principaux polluants.

Ainsi, l'originalité de ce travail réside dans une nouvelle approche de la mesure des inégalités environnementales, qui prend en compte l'exposition simultanée à de multiples polluants de l'air. Plusieurs résultats se dégagent. Tout d'abord, les concentrations de particules fines (PM2.5) et de dioxyde d'azote (NO2) dans les communes françaises dépassent fréquemment les seuils sanitaires définis par l'OMS sur la période 2012-2018, particulièrement dans les communes urbaines (Graphique 1). Ces polluants ont par ailleurs souvent tendance à se mélanger dans les zones urbaines et plus rarement dans les zones rurales (Graphique 3). Ensuite, parmi les communes urbaines denses, les communes les plus défavorisées cumulent davantage de jours d'exposition à risque à ces deux polluants toutes choses égales par ailleurs. En revanche, dans les zones rurales nous trouvons le résultat inverse. Cependant, l'écart d'exposition entre communes défavorisées et aisées est beaucoup plus grand parmi les communes urbaines denses relativement à l'écart d'exposition parmi les communes rurales (Graphique 2). Enfin, il y a davantage de mélanges de polluants de l'air dans les communes rurales les plus aisées relativement aux plus défavorisées toutes choses égales par ailleurs. En revanche, les communes urbaines pauvres et aisées ont une part en moyenne équivalente de jours cocktails (Graphique 4).

Cette étude montre la grande concentration des polluants de l'air et leurs fréquents mélanges dans les zones urbaines denses ainsi que les fortes inégalités d'exposition en défaveur des plus vulnérables dans ces zones. Ces résultats doivent amener les politiques publiques à davantage prendre en compte la distribution sociale de la pollution.

Graphique 1 : Nombre de jours moyen sur un an (sur la période 2012-2018) pour lesquels la concentration du polluant a dépassé son seuil sanitaire dans les communes urbaines et rurales



Lecture : Sur la période 2012-2018, les communes urbaines denses ont en moyenne 117 jours chaque année dans lesquels les niveaux de concentration moyen (journalier) de dioxyde d'azote ont dépassé le seuil sanitaire (journalier) de l'OMS (2021). Source : Salesse, 2022.

[1] Voir Salesse, C. 2022, "Inequality in exposure to air pollution in France: bringing pollutant cocktails into the picture", CEE-M Working paper 2022-11.

1. Nouveaux indicateurs d'exposition aux pollutions de l'air

Cette étude propose une nouvelle méthode pour mesurer les inégalités environnementales à travers de nouveaux indicateurs prenant en compte l'exposition multiple et simultanée à plusieurs polluants de l'air grâce à la mobilisation de nouvelles données de concentrations journalières des principaux polluants. Une nouvelle base de données a été construite en combinant les données socioéconomiques de la base FiLoSoFi (Institut national de la statistique et des études économiques) et du recensement (INSEE) avec les données Prev'air (Institut national de l'environnement industriel et des risques) de concentration journalière moyenne des particules fines (PM2.5), particules (PM10), dioxyde d'azote (NO2) et ozone (O3). Les données mobilisées couvrent la période 2012-2018 pour l'ensemble des communes françaises métropolitaines. Deux nouveaux indicateurs ont été construits, le premier mesure le temps d'exposition à risque à la pollution et le deuxième la toxicité de la pollution lors de l'exposition. Le temps d'exposition est mesuré par le nombre de jours dans l'année pour lesquels la concentration moyenne du polluant considéré dépasse le seuil sanitaire définit par l'OMS (2021) [2] dans la commune. La toxicité est mesurée par la part que représente les jours pour lesquels les niveaux de concentration d'au moins deux polluants dépassent simultanément leurs seuils sanitaires respectif dans le total des jours de pollution de la commune chaque année [3] (jours cocktails).

Pour évaluer la relation entre revenu et exposition à la pollution, nous estimons un modèle de régression linéaire à effets fixes, les écarts types étant clusterrisés au niveau département. Nous mesurons l'exposition à la pollution de l'air grâce aux deux indicateurs décrits précédemment (variable dépendante).

Le revenu est mesuré par le niveau de vie médian de la commune [4]. Nous incluons plusieurs variables de contrôle décrivant les caractéristiques socio-économiques [5] des communes ainsi que des effets fixes département et année. Nous estimons ce modèle dans trois sous échantillons de communes : les communes urbaines denses, urbaines de densité intermédiaire et rurales. En effet, la relation entre revenu et exposition peut diverger entre ces types de zone. Ce modèle permet d'estimer la corrélation entre le niveau de vie et l'exposition à la pollution des communes toutes choses égales par ailleurs. Cette spécification ne montre pas l'effet causal du niveau de vie sur l'exposition mais plutôt l'écart moyen d'exposition entre des communes avec des niveaux de vie différents, indépendamment de l'effet que peuvent avoir d'autres paramètres socio-économiques ou géographiques sur l'exposition. Cette méthode est complémentaire avec les études basées sur une analyse descriptive des inégalités environnementales dont l'objectif est de mieux comprendre les différentiels d'exposition tous facteurs confondus (Fosse, Salesse, et Viennot 2022). L'écart d'exposition entre les communes aisées et défavorisées peut s'expliquer par plusieurs paramètres et non pas seulement par une différence de revenu dans une analyse descriptive [6]. L'intérêt de la méthode « toutes choses égales par ailleurs » est de quantifier les écarts d'exposition uniquement imputables aux écarts de revenu et permet ainsi une meilleure compréhension de la formation des inégalités d'exposition.

2. La distribution sociale de la pollution de l'air

2.1. Hauts niveaux de pollution en milieu urbain et surexposition des communes urbaines pauvres

Bien que la plupart des polluants de l'air sont localisés dans les zones urbaines, certains y sont plus concentrés que d'autres. C'est le cas du dioxyde d'azote dont les niveaux de concentration (moyenne journalière) sur la période 2012-2018 dépassent le seuil de l'OMS en moyenne 117 jours chaque année dans les communes urbaines denses contre 14 jours dans les communes rurales très peu denses. Les particules fines sont également concentrées dans les zones urbaines mais l'écart avec les zones rurales est moindre, en moyenne 100 jours d'exposition en zone urbaine dense chaque année contre 68 en zone rurale très peu dense (Graphique 1). Le dioxyde d'azote et les particules fines représentent les deux principaux polluants en termes de nombre de jours d'exposition à risque en France.

La répartition de ces jours de pollution est évaluée entre communes aisées et défavorisées dans les zones rurales et urbaines. Le graphique 2 présente les coefficients du niveau de vie estimés dans chacune des trois zones à partir du modèle de régression linéaire présenté précédemment. Plus le niveau de vie de la commune urbaine dense est élevé moins elle cumule de jours de pollution aux particules fines et au dioxyde d'azote dans l'année en moyenne, toutes choses égales par ailleurs. En revanche, les communes de densité intermédiaire aisées et défavorisées ont un nombre de jours de

[2] Concentration moyenne sur 24 heures pour les particules fines : 15 µg/m3, pour le dioxyde d'azote : 25 µg/m3, pour les particules PM10 : 45 µg/m3. Concernant l'ozone la concentration ne doit pas dépasser 100 µg/m3 en moyenne mobile journalière sur 8h, nous ne disposons pas de ce type de données nous retenons un seuil proche : 100 µg/m3 moyenne sur 24h.

[3] Un jour de pollution est un jour pour lequel la concentration d'au moins un polluant dépasse son seuil sanitaire.

[4] La variable est normalisée au niveau national pour simplifier la lecture des coefficients.

[5] Part de femmes et d'hommes, part de chaque catégorie socioprofessionnelle mais aussi nombre de jours de pollution dans le cas de la régression sur la part de cocktail.

[6] Plusieurs paramètres peuvent être liés à la fois au revenu et à l'exposition à la pollution.

pollution similaire pour ces deux polluants. Dans les zones rurales ce sont les communes plus aisées qui cumulent davantage de jours de pollution aux particules fines, particules PM10 et dioxyde d'azote. Selon ces estimations un écart type de niveau de vie supplémentaire dans une commune urbaine dense (4700 €) est associé à une baisse d'en moyenne 8.57 jours d'exposition dans l'année au dioxyde d'azote. En revanche, dans la zone rurale, un écart type de niveau de vie supplémentaire (2725 €) est associé à une hausse d'en moyenne 3.57 jours d'exposition au dioxyde d'azote [7]. La dernière ligne du graphique 2 (ALL), présente le lien entre niveau de vie et nombre de jour pour lequel au moins un des quatre polluants a dépassé son seuil sanitaire. Un écart type de niveau de vie supplémentaire dans les communes urbaines denses est associé à une baisse de 8.25 jours d'exposition à au moins un des quatre polluants alors que dans les communes rurales un écart type supplémentaire est lié à une hausse de 2.43 jours d'exposition.

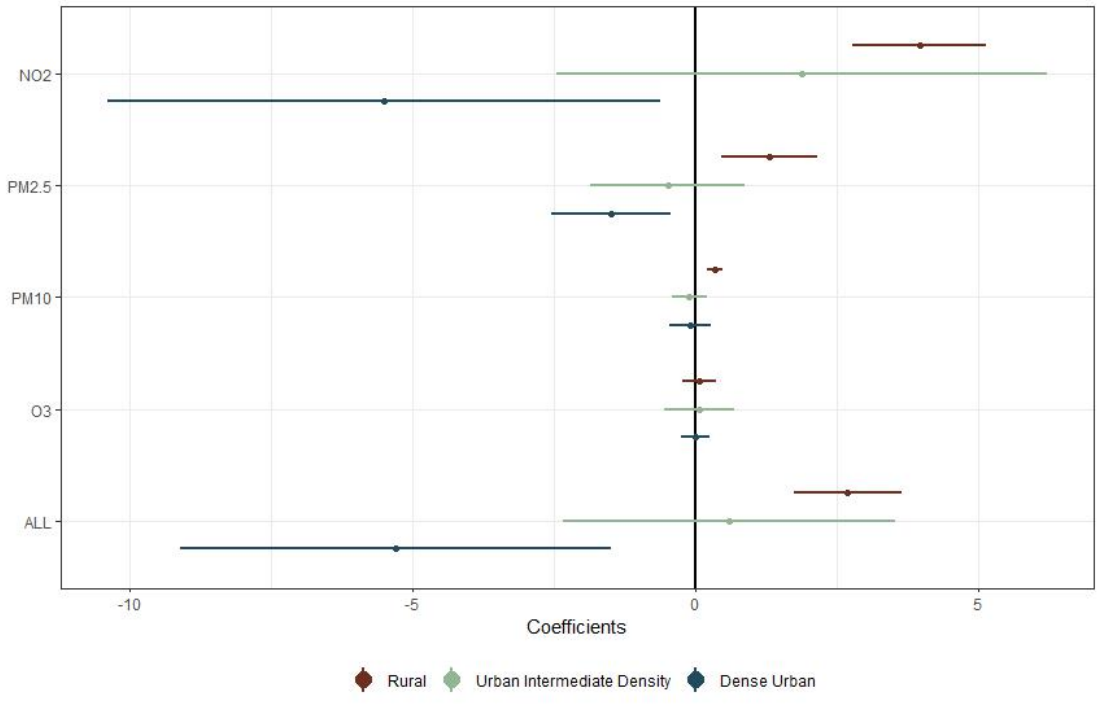
Globalement, ces résultats montrent que l'écart d'exposition entre communes aisées et pauvres est plus important dans la zone urbaine dense. Les communes urbaines denses pauvres sont donc fortement surexposées relativement aux plus aisées, alors que parmi les communes rurales le constat est inverse mais l'écart d'exposition est beaucoup plus faible, tout comme le niveau global de pollution dans cette zone. Ces résultats originaux par le nombre de polluants considérés et la mesure de l'exposition, permettent d'identifier les zones les plus fréquemment exposées à des concentrations de polluants à risque pour la santé. Ainsi, les écarts d'exposition identifiés dans cette étude permettent un meilleur ciblage des politiques publiques.

2.2. Dans quels types de communes les mélanges de polluants sont-ils les plus fréquents ?

Les quatre polluants de l'air considérés dans cette étude ont parfois simultanément des niveaux de concentration à risque pour la santé (jours cocktails). Cette accumulation de polluants peut accroitre la toxicité et donc le risque sanitaire associé à l'exposition, bien qu'il n'existe pas à ce jour d'études ayant définit précisément la toxicité associée aux mélanges. Le graphique 3 présente la composition moyenne des jours de pollution, à savoir les jours pour lesquels au moins un des quatre polluants est au-dessus de son seuil sanitaire. Les mélanges de polluants sont très fréquents dans les communes urbaines denses, en moyenne 34% des jours de pollution cumulés sur l'année sont des jours pour lesquels la concentration de particules fines et de dioxyde d'azote ont dépassé leurs seuils simultanément contre 17% au niveau national et 15% dans les communes rurales.

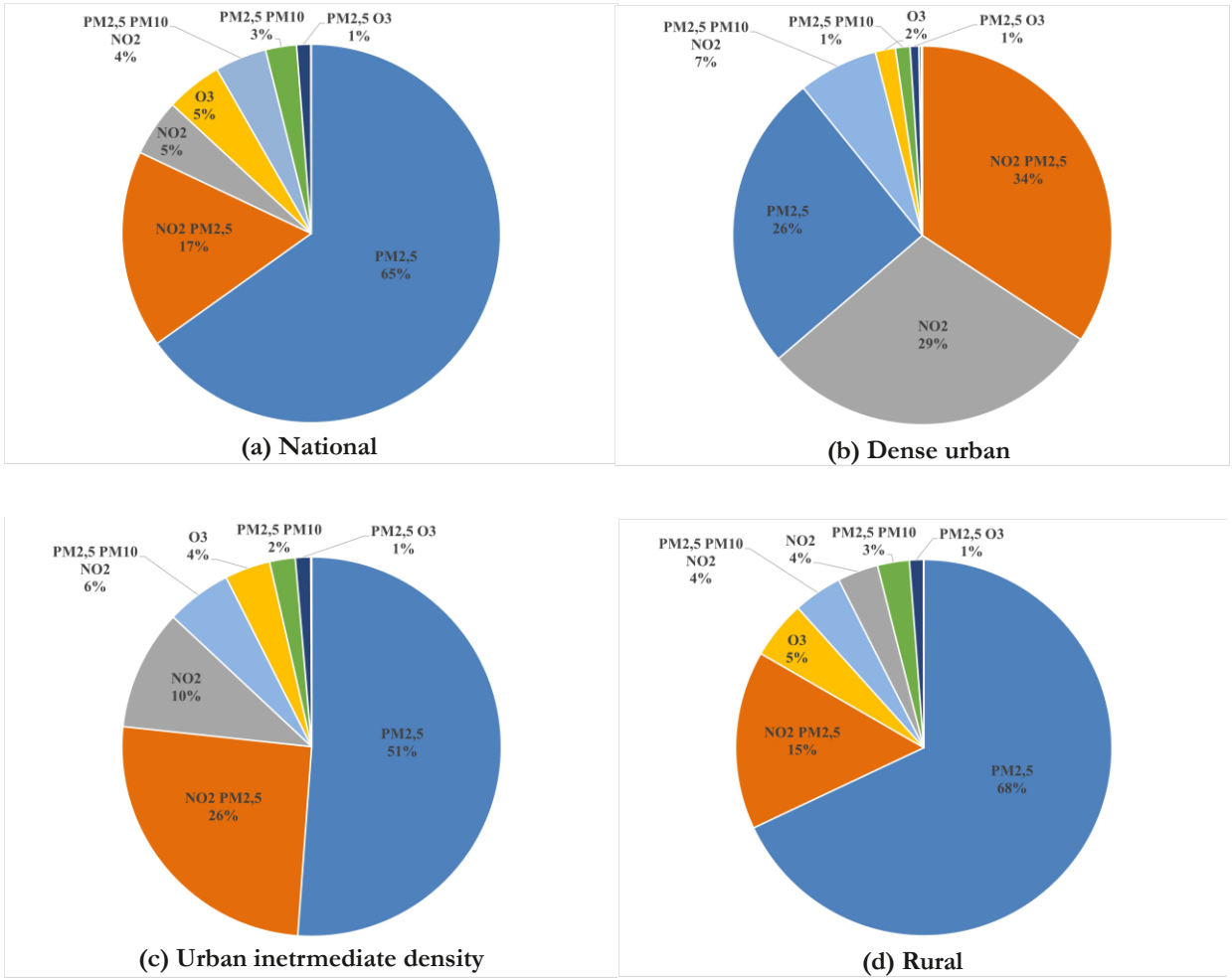
Globalement, les mélanges de pollution prennent une plus grande part parmi les jours de pollution dans les zones urbaines (en moyenne 43%

Graphique 2 : Niveau de vie et nombre de jours d'exposition aux polluants de l'air : coefficients du niveau de vie issus des régressions dans les zones urbaines et rurales



[7] Les coefficients du graphique sont basés sur la variable normalisée du niveau de vie au niveau national, ces résultats peuvent être retrouvés en multipliant le coefficient du graphique avec l'écart type de niveau de vie (normalisé au niveau national) dans la zone considérée. L'écart type de niveau de vie des communes urbaines est plus grand.

Graphique 3 : Composition moyenne des jours de pollution dans les communes rurales urbaines et au niveau national



Lecture : Sur la période 2012-2018, les jours de pollution des communes urbaines denses sont composés chaque année d'en moyenne 34% de jours pour lesquels la concentration de particules fines et de dioxyde d'azote ont dépassé leurs seuils sanitaires simultanément.
Source : Salesse, 2022.

des jours de pollution cumulés sur un an sont des jours cocktails dans les communes urbaines denses contre 23.5% dans les communes rurales).

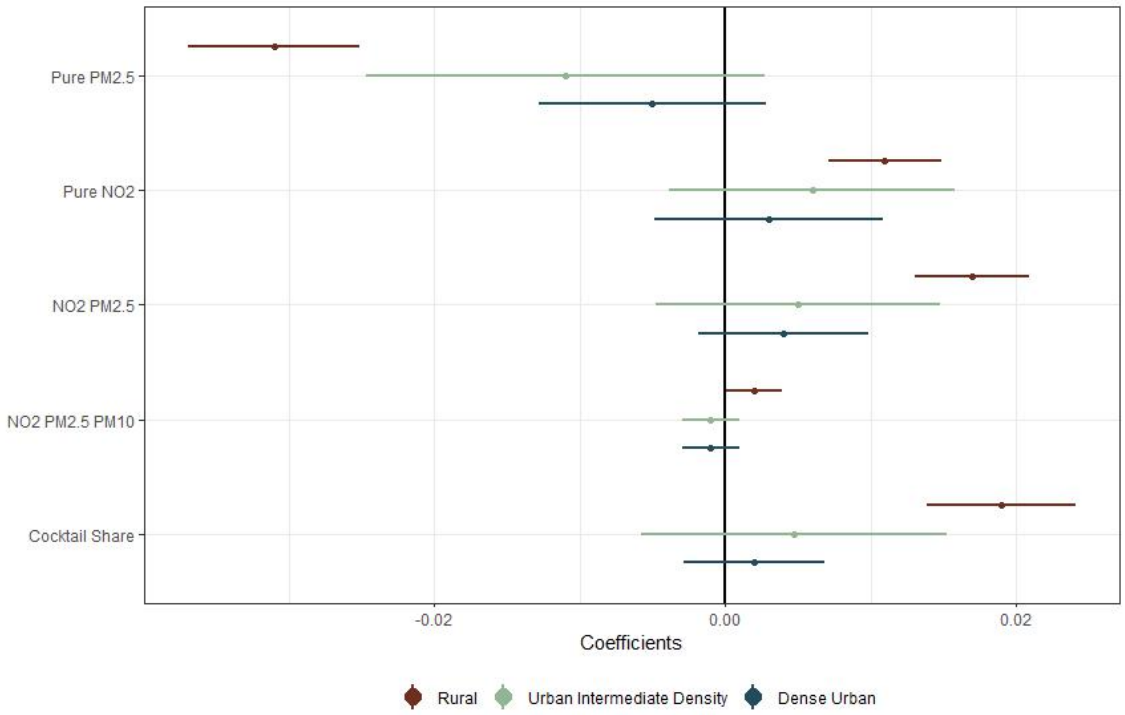
La composition des jours de pollution est évaluée entre communes aisées et défavorisées au sein des trois types de zone. Le graphique 4 présente le lien entre niveau de vie des communes et la composition des jours de pollution, toutes choses égales par ailleurs [8].

Parmi les communes rurales, les jours de pollution des communes aisées sont composés, en moyenne, d'une proportion inférieure de jours de pollution aux particules fines seules et parallèlement d'une proportion supérieure de jours cocktails (composés de mélanges de particules fines PM2.5 et NO2, ainsi que de mélange de PM2.5, NO2 et PM10) et de jours de pollution au NO2 seul. La dernière ligne du graphique (cocktail share) montre qu'au total, la part de jours cocktails est supérieure dans les communes rurales les plus aisées. Selon cette estimation, un écart type de niveau de vie supplémentaire dans la commune rurale est associé à une augmentation de la part de jours cocktails de 1.75 points de pourcentage en moyenne. Dans le cas des deux zones urbaines, la composition des jours de pollution est similaire entre les communes aisées et pauvres.

Ainsi, les zones urbaines sont des zones propices aux mélanges de polluants et principalement au mélange de particules fines avec le dioxyde d'azote NO2. Dans les zones rurales le mélange de PM2.5 et NO2 est moins fréquent puisque le NO2 est un polluant très urbain et plus rare dans les zones rurales. Les communes urbaines pauvres et aisées ont une part en moyenne équivalente (et élevée) de jours cocktails. En revanche, les jours de pollution des communes rurales les plus aisées sont composés d'une plus grande part de jours cocktails relativement aux communes rurales plus pauvres, toutes choses égales par ailleurs (voir (Salesse 2022) pour plus de détails concernant les mécanismes de formation sous-jacent de ces inégalités).

[8] Niveau de vie normalisé au niveau national.

Graphique 4 : Niveau de vie et composition des jours de pollution : coefficients du niveau de vie issus des régressions dans les zones urbaines et rurales



Conclusion : la pollution de l'air doit diminuer, les inégalités d'exposition aussi

Les résultats montrent que les communes urbaines cumulent beaucoup de jours d'exposition à risque aux particules fines et dioxyde d'azote dont une part importante sont des jours de multi exposition (jours cocktails). Cependant, ces jours de pollution ne sont pas distribués également entre les communes urbaines. Les communes urbaines denses pauvres cumulent davantage de jours d'exposition à la pollution mais ces jours sont composés d'une proportion de jours cocktails équivalente aux communes plus aisées. Les communes rurales, quant à elles, ont en moyenne moins de jours de pollution et les mélanges de polluants sont moins fréquents comparés aux communes urbaines. En revanche la répartition des jours de pollution parmi les communes rurales est à l'opposé de nos résultats dans la zone urbaine. En effet, les communes rurales pauvres cumulent moins de jours d'exposition à la pollution et ces jours ont une proportion plus faible de jours cocktails par rapport aux communes rurales plus aisées. L'écart de jours d'exposition entre les communes urbaines denses pauvres et aisées est cependant beaucoup plus grand relativement à l'écart parmi les communes rurales.

Bien que les niveaux de pollution aient tendance à baisser en France ces dernières années, les politiques publiques doivent également prendre en compte la distribution sociale de la pollution. Le principal défi de ces prochaines années sera de réduire la pollution de l'air dans les zones urbaines tout en réduisant les fortes inégalités d'exposition dans ces zones. La fermeture de voies routières à Paris conduisant au déplacement du trafic routier à proximité d'habitations des plus pauvres et renforçant ainsi les inégalités d'exposition à la pollution de l'air (Bou Sleiman 2022) témoigne de cette difficulté. La grande surexposition des communes les plus pauvres dans les zones déjà très polluées, la plus grande vulnérabilité des plus défavorisés à la pollution de l'air (Deryugina et al. 2021; Hsiang, Oliva, et Walker 2019; Morelli et al. 2016) ainsi que les capacités financières limitées de réduction des émissions polluantes des plus défavorisés sont des paramètres essentiels à prendre en compte dans la construction des politiques publiques efficaces et justes de réduction de la pollution.

Références

BANZHAF, Spencer, LALA Ma, et Christopher TIMMINS. 2019. « Environmental Justice: The Economics of Race, Place, and Pollution ». *Journal of Economic Perspectives* 33(1): 185-208.

BOU SLEIMAN, Lea. 2022. « Displacing Congestion: Evidence from Paris », *Job Market Paper*.

CARNEIRO, Juliana, Matthew A. COLE, et Eric STROBL. 2021. « The Effects of Air Pollution on Students' Cognitive Performance: Evidence from Brazilian University Entrance Tests ». *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 8(6): 1051-77.

CHAMPALAUNE, Pascale. 2020. « Inequality in Exposure to Air Pollution in France: Evidence from a City-Level Public Policy ». *Economics and Finance Master Thesis*.

CHANG, Tom Y., Joshua GRAFF ZIVIN, Tal GROSS, et Matthew NEIDELL. 2019. « The Effect of Pollution on Worker Productivity: Evidence from Call Center Workers in China ». *American Economic Journal: Applied Economics* 11(1): 151-72.

CHRISTENSEN, Peter, Ignacio Sarmiento-Barbieri, et Christopher Timmins. 2022. « Housing Discrimination and the Toxics Exposure Gap in the United States: Evidence from the Rental Market ». *The Review of Economics and Statistics* 104(4): 807-18.

DERYUGINA, Tatyana, NOLAN Miller, David MOLITOR, et Julian REIF. 2021. « Geographic and Socioeconomic Heterogeneity in the Benefits of Reducing Air Pollution in the United States ». *Environmental and Energy Policy and the Economy* 2: 157-89.

FOSSE, Julien, Camille SALESSE, et Mathilde VIENNOT. 2022. « Inégalités environnementales et sociales se superposent-elles ? » *La note d'analyse de France Stratégie* 112(7): 1-16.

HSIANG, Solomon, PAULIN Oliva, et REED Walker. 2019. « The Distribution of Environmental Damages ». *Review of Environmental Economics and Policy* 13(1): 83-103.

JBAILY, Abdulrahman et al. 2022. « Air pollution exposure disparities across US population and income groups ». *Nature* 601(7892): 228-33.

MORELLI, Xavier et al. 2016. « Air pollution, health and social deprivation: A fine-scale risk assessment ». *Environmental Research* 147: 59-70.

SALESSE, Camille. 2022. « Inequality in exposure to air pollution in France: bringing pollutant cocktails into the picture ».

Santé publique France. 2021. « Impact de pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine»: réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019 », 12 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.santepubliquefrance.fr

Denières publications LIEPP Policy Brief :

MAVROT, Céline, Fritz SAGER, Markus HINTERLEITNER, David KAUFMANN, Martin GROSJEAN and Thomas STOCKER, **Quelle communication scientifique dans la lutte contre le changement climatique ?**, Sciences Po LIEPP Policy Brief n°63, February 2023.

DE SOUSA, José, Guillaume HOLLARD, **Ces petites différences de genre qui deviennent grandes : le rôle de la compétition**, Sciences Po LIEPP Policy Brief n°62, January 2023.

ZEMMOUR, Michaël, Muriel ROGER, Aurélien BOYER and Mélika BEN SALEM, **Dynamique des allocataires du RSA à Paris**, Sciences Po LIEPP Policy Brief n°61, July 2022.

Le LIEPP (Laboratoire interdisciplinaire d'évaluation des politiques publiques) est un laboratoire d'excellence (Labex). Ce projet est distingué par le jury scientifique international désigné par l'Agence nationale de la recherche (ANR).

***Il est financé dans le cadre des investissements d'avenir** (ANR-11-LABX-0091, ANR-11-IDEX-0005-02) **et de l'IdEx Université Paris Cité** (ANR-18-IDEX-0001).*

www.sciencespo.fr/liepp

@LIEPP_ScPo

Si vous voulez recevoir les derniers échos du LIEPP et rester informés de nos activités, merci d'envoyer un courriel à : liepp@sciencespo.fr

Directrice de publication :
Anne Revillard

Edition et maquette :
Andreana Khristova
Ariane Lacaze

Sciences Po - LIEPP
27 rue Saint Guillaume
75007 Paris - France
+33(0)1.45.49.83.61