



La pollution de l'air due au trafic automobile augmente les admissions aux urgences pour maladies respiratoires

La pollution de l'air issue du trafic automobile affecte la santé respiratoire des populations urbaines à très court terme. Les perturbations dans les transports en commun urbains un jour de grève permettent d'isoler des variations de pollution de l'air attribuables au trafic automobile. En cas de perturbation des transports en commun, une partie de la population se tourne vers le transport automobile : les temps de parcours sont alors plus longs, et la pollution de l'air augmente.

Le jour de la perturbation, la concentration en monoxyde de carbone est plus élevée. En conséquence, les admissions aux urgences pour affections aiguës des voies respiratoires supérieures sont significativement plus nombreuses. Les jours suivants, la concentration en particules fines dans l'air augmente, ainsi que les admissions aux urgences pour anomalies de la respiration.

À l'inverse, la perturbation dans les transports induit une moindre propagation virale, due à moins d'échanges et contacts entre individus. Les admissions aux urgences pour grippe et gastro-entérite diminuent les jours suivant la perturbation. Ainsi, les pathologies respiratoires d'origine virale seraient soumises à deux phénomènes aux effets opposés qu'il importe de distinguer : une hausse induite par la pollution de l'air accrue, une baisse du fait d'une moindre contagion. Au total, le constat d'une hausse des admissions de certaines pathologies respiratoires confirme le rôle néfaste de la pollution de l'air sur la santé respiratoire.

Alexandre Godzinski (CGDD), Milena Suarez Castillo, division Marchés et entreprises (Insee)

Dans les plus grandes aires urbaines françaises, les seuils d'exposition au-delà desquels la pollution est considérée comme nuisible par l'organisation mondiale de la santé (OMS) sont très souvent dépassés [base de données de l'OMS, 2018]. En particulier, la pollution de l'air issue du trafic automobile peut avoir des conséquences néfastes à très court terme sur la santé des habitants. L'analyse des effets directs et indirects d'un événement ponctuel, comme une perturbation dans les transports en commun un jour de grève, permet ici d'établir un lien de cause à effet entre la pollution issue du trafic automobile et les admissions aux urgences pour certaines pathologies respiratoires.

Une expérience naturelle : des transports en commun perturbés un jour de grève

Quand une grève perturbe les transports en commun urbains, une partie de la population se tourne vers le transport automobile, ce qui accroît la pollution de l'air le jour même et les jours suivants. Ce surcroît de pollution peut avoir à très court terme un effet néfaste sur la santé respiratoire. Les épisodes de grève d'une journée dans les transports en commun permettent d'étudier en détail cette chaîne causale (*sources et méthodes*). En règle générale, les corrélations entre pollution de l'air et admissions aux urgences sont

difficiles à interpréter : elles peuvent être en partie dues au fait que la pollution de l'air et l'état de santé de la population ont des causes communes qui les font varier simultanément, comme les conditions météorologiques ou encore les cycles économiques. S'appuyer sur l'occurrence d'une grève dans les transports en commun permet d'isoler une cause particulière à l'origine d'un surcroît de trafic automobile et de pollution de l'air. En effet, cet événement n'affecte *a priori* la pollution de l'air qu'à travers son impact sur le trafic automobile. Les variations d'admissions aux urgences qui s'ensuivent peuvent alors s'interpréter comme une conséquence du surcroît de pollution

de l'air dû au surcroît de trafic automobile. Cependant, à ce premier phénomène s'ajoute un deuxième effet (figure 1). Les jours de grève de transports en commun, les contacts entre les personnes seraient moins fréquents et, de ce fait, la contagion diminuerait ce jour-là. Cela n'aurait pas d'effet sur la santé des personnes le jour même de la grève, mais en aurait les jours suivants. Ainsi, les jours suivants la grève, la pollution de l'air et la contagion ont des effets opposés sur la santé respiratoire. Ces deux effets sont mis en évidence sur la période 2010 à 2015 et sur les dix plus grandes aires urbaines françaises (Paris, Lyon, Marseille, Toulouse, Bordeaux, Lille, Nice, Nantes, Strasbourg, Rennes).

Les jours de grèves dans les transports en commun, temps de parcours et nombre de véhicules augmentent

Dans les aires urbaines étudiées, le temps de parcours automobile sur une distance donnée est plus élevé de 7 % en moyenne lors d'une grève dans les transports en commun (figure 2), ce qui ne se constate ni la veille, ni les deux jours suivants. Les temps de parcours reflètent la congestion sur le réseau routier. Preuve supplémentaire d'une circulation accrue un jour de grève, le

nombre de véhicules enregistrés par les principales stations de comptage en périphérie immédiate des aires urbaines est plus important lors du pic matinal de circulation (de 6 heures à 9 heures) qu'un autre jour.

La pollution de l'air augmente le jour de la grève ainsi que les deux jours suivants

Un jour de grève et les deux jours suivants, le niveau de concentration de plusieurs polluants est significativement plus élevé qu'un jour « standard ». Pour chaque aire urbaine et chaque jour, on considère trois indicateurs de concentration de différents polluants dans l'air : la **concentration horaire médiane**, ainsi que les **premier et dernier quartiles** des concentrations horaires, mesurés à partir des relevés établis au cours des 24 heures d'une même journée (figure 3). Le premier quartile de la concentration en monoxyde de carbone (CO) est significativement plus élevé un jour de grève (+ 30 µg/m³, soit 10 % de plus qu'un autre jour). Pour les particules fines de moins de 2,5 micromètres (PM2.5), les trois indicateurs de concentration sont significativement plus élevés le jour suivant un jour de grève qu'un jour normal (+ 1,4, + 2,0 et + 2,5 µg/m³, soit + 10 %, + 12 % et + 13 %),

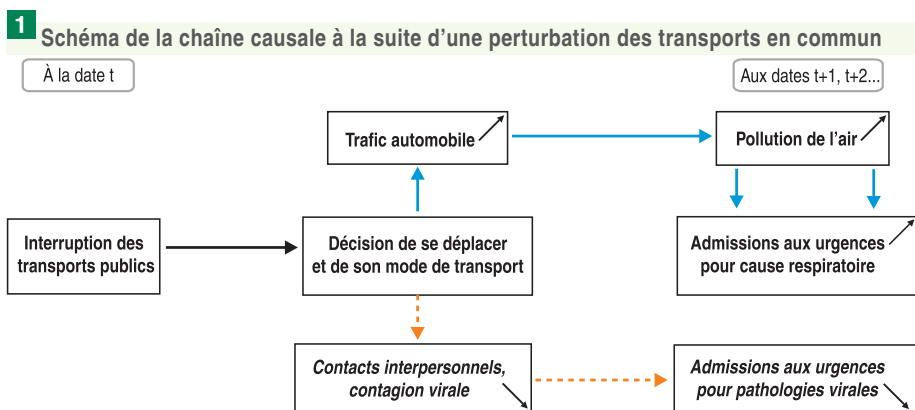
et le surlendemain pour le premier quartile (+ 1,7 µg/m³ soit + 13%). Ces effets retardés sur la concentration en polluant peuvent être attribués à un processus d'accumulation de la pollution de l'air d'un jour sur l'autre. Des résultats similaires sont constatés pour les particules fines de moins de 10 micromètres, et un effet retardé deux jours après la grève sur la concentration d'ozone, qui, étant un **polluant secondaire**, met plus de temps à réagir [Godzinski et Suarez, 2019]. Pour les particules fines, ces différences de concentrations moyennes sont du même ordre de grandeur que celles observées entre un dimanche et un jeudi.

Avec l'augmentation du trafic automobile, les admissions aux urgences pour pathologies respiratoires augmentent

Dans les hôpitaux des aires urbaines étudiées (figure 4), les admissions aux urgences pour **affections aiguës des voies respiratoires supérieures** (pharyngite, laryngite, etc.), sont significativement plus nombreuses le jour de la grève (+ 0,3 admission par million d'habitants, par rapport à un niveau moyen de 0,8 admission par million d'habitants un jour « standard »). Le lendemain, les admissions aux urgences pour **anomalies de la respiration** sont plus nombreuses que d'habitude (+ 0,2 admission par million d'habitants). En revanche, les pathologies respiratoires prises dans leur ensemble ne semblent pas significativement affectées le jour de grève et les suivants (à l'exception des jeunes enfants, le jour de la grève [Godzinski et Suarez, 2019]). Ceci s'expliquerait par un effet secondaire engendré par la grève, venant, contrairement à la pollution de l'air, diminuer les admissions aux urgences pour certaines pathologies respiratoires d'origine virale.

La moindre fréquentation de lieux publics diminuerait la propagation virale

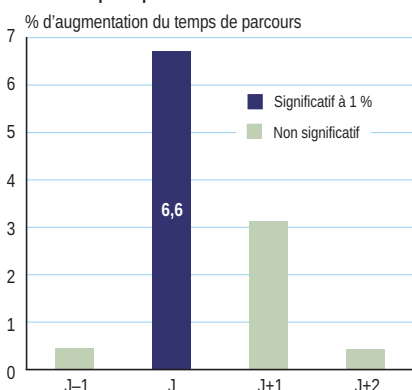
Plusieurs travaux ont mis en évidence une diminution de la propagation virale à la suite d'une grève dans les transports [Thélot et Bourillon, 1996 ; Adda, 2016]. Les échanges et contacts entre les personnes seraient moins fréquents les jours de grève, entraînant une moindre transmission des agents infectieux entre les personnes : les déplacements vers les lieux de travail seraient moins nombreux, les enfants moins présents dans les écoles ou les crèches, ou encore les transports en commun moins fréquentés. Ainsi, les deux jours suivant la grève, les admissions aux urgences pour **grippes et pneumonies** diminuent (- 0,6 admission par million d'habitants, par rapport à 4,4 admissions par million d'habitants un jour « standard »). Le virus de la grippe a un temps d'incubation très



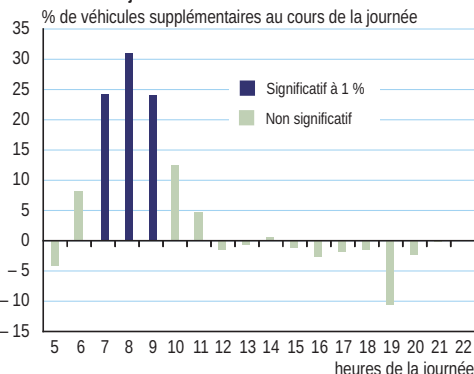
Lecture : le premier canal étudié est représenté par les flèches bleues. Un second canal, celui de la contagion virale et détaillé dans la suite, est représenté par les flèches orange.

2 Effets d'une interruption des transports en commun sur le trafic automobile

a. Sur le temps de parcours



b. Sur le nombre de véhicules le jour de grève en fonction de l'heure de la journée

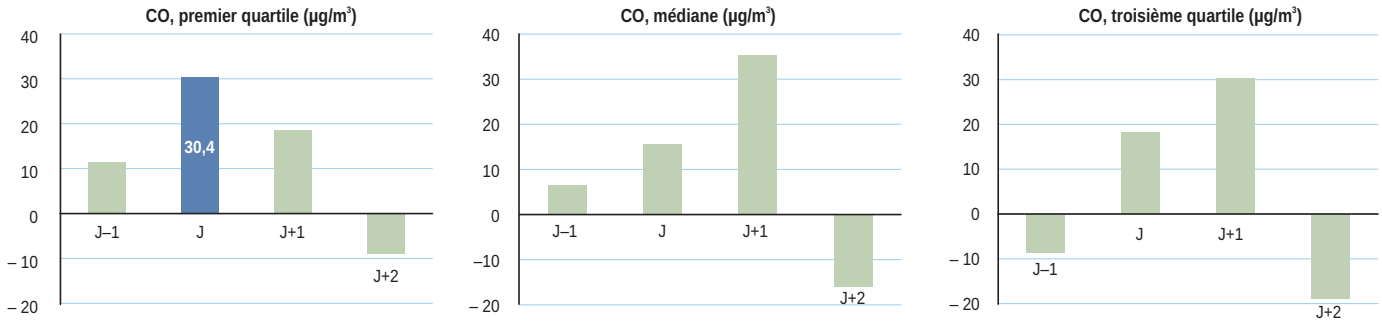


Lecture : le jour J d'une grève dans les transports en commun, on constate des temps de parcours 7 % plus élevés. Il y a 30 % de véhicules supplémentaires entre 7h et 8h un jour de grève. Les barres bleues indiquent une significativité à 1 %.

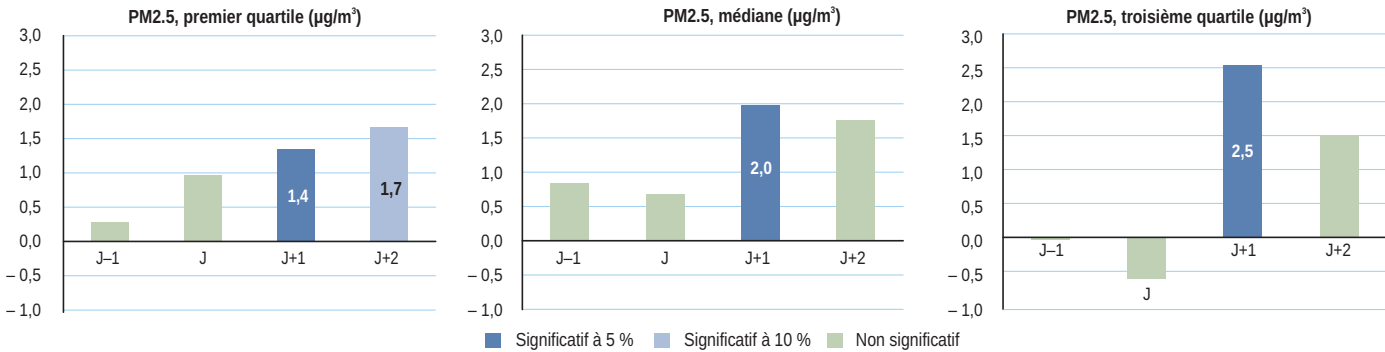
Sources : TomTom, directions interdépartementales des routes (DIR), Nice Métropole.

3 Effets d'une interruption des transports en commun, et donc du report vers les véhicules personnels, sur la pollution de l'air

a. Monoxyde de carbone (CO)



b. Particules fines de moins de 2,5 micromètres (PM2.5)



Lecture : le lendemain d'un jour de grève (J+1), le premier quartile journalier de la concentration horaire en particules fines de moins de 2,5 micromètres est significativement (barre bleu foncé) plus élevé qu'un autre jour.

Source : Associations agréées de la surveillance de la qualité de l'air (AASQA).

court, de l'ordre de la journée, ce qui expliquerait la baisse des admissions à partir du lendemain de l'épisode de grève et le jour suivant (figure 4). Cette interprétation est confortée également par une baisse des admissions pour gastro-entérite le surlendemain des jours de grève, la gastro-entérite pouvant avoir pour origine un virus à temps d'incubation très court.

Les effets de la pollution de l'air sur la santé respiratoire à très court terme seraient significatifs

L'impact de la pollution de l'air automobile sur la santé des populations urbaines est significatif, y compris pour de faibles variations de la qualité de l'air urbain. À la suite d'une perturbation des transports en commun et donc d'un trafic automobile accru, les admissions

aux urgences pour certaines pathologies respiratoires sont plus fréquentes. L'effet de court terme est ici probablement sous-estimé. En effet, du fait d'une moindre propagation virale, les admissions aux urgences pour pathologies respiratoires sont moins nombreuses que si seul le surcroît de pollution de l'air était en cause. Malgré une probable sous-estimation, constater une hausse de certaines pathologies respiratoires permet de conclure à l'effet néfaste, à court terme, de la pollution automobile sur la santé respiratoire. ■

Sources et méthodes

L'étude porte sur les dix plus grandes aires urbaines françaises (Paris, Lyon, Marseille, Toulouse, Bordeaux, Lille, Nice, Nantes, Strasbourg, Rennes) sur la période 2010-2015, hors vacances scolaires.

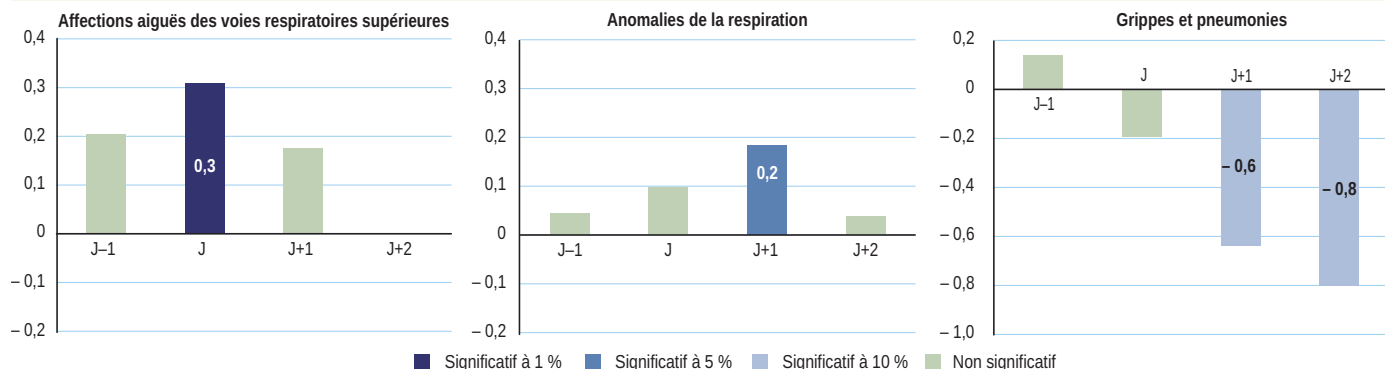
Données

91 épisodes de grèves d'une journée ont été retenus, chacun étant caractérisé par sa date et la ou les aires urbaines concernées. Les jours de grève ont été collectés par les auteurs, quand il en était fait état dans au moins deux médias distincts. N'ont pas été retenus les épisodes de grève excédant un jour, ainsi que les épisodes ayant causé des perturbations mineures selon les médias (par exemple, préavis de grève, mais pas ou très peu de perturbations constatées des transports en commun). Enfin, ne sont retenus que les jours de grève qui ne sont ni précédés, ni suivis par une grève.

Les données sur la congestion de circulation sont des mesures journalières au niveau des aires urbaines du champ du TomTom traffic index, qui donne une estimation du pourcentage de temps de parcours supplémentaire d'un conducteur par rapport à une situation

4 Effets indirects d'une interruption des transports en commun sur les admissions aux urgences

en nombre d'admissions pour 1 000 000 d'habitants



Lecture : un jour de grève (jour J), les admissions aux urgences pour affections aiguës des voies respiratoires supérieures sont plus élevées qu'un autre jour.

Source : Agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH).

sans autres véhicules présents (*free-flow situation*).

Les données sur le nombre de véhicules présents dans la périphérie immédiate des aires urbaines sont celles des stations de comptages sur le réseau routier national des directions interdépartementales des routes (DIR), ainsi que celles de la métropole de Nice.

Les données de pollution de l'air sont fournies par les Associations agréées de la surveillance de la qualité de l'air (AASQA). Une moyenne horaire sur un ensemble constant de stations dans chaque aire urbaine est d'abord calculée pour chaque polluant, puis sont calculés au niveau journalier des quartiles du niveau de concentrations de chaque polluant.

Les données de santé sont fournies par l'Agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH) et constituent une extraction du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) selon la date et la pathologie (nomenclature CIM-10), pour l'ensemble des hôpitaux de chaque aire urbaine. Ces données d'admissions aux urgences sont normalisées par le nombre d'habitants dans chaque aire urbaine.

Enfin, pour les variables de contrôle liées aux conditions météorologiques, les données sont fournies par Météo France.

Méthode d'estimation

L'effet de la pollution de l'air sur la santé est estimé en s'appuyant sur une variation de pollution de l'air que l'on peut considérer comme exogène, à savoir la variation de trafic automobile liée à une grève des transports en commun. Cette méthode présente plusieurs avantages par rapport à une étude de corrélation entre pollution de l'air et admissions aux urgences. Le rôle des facteurs qui ont un effet à la fois sur la pollution de l'air et la santé, comme les conditions météorologiques, est pris en compte en général en introduisant des variables de contrôle de ces différents facteurs. Pour ne pas s'appuyer sur des

hypothèses notamment liées à la forme fonctionnelle de la relation entre variables météorologiques et sanitaires, ou pour diminuer le biais lié aux erreurs de mesure sur les concentrations en polluants, il peut être préférable de s'appuyer sur une variation exogène de la concentration en polluants ou une stratégie par variable instrumentale (voir par exemple, Arceo-Gomez *et al.*, 2016 ou Schlenker et Walker, 2016). Plusieurs auteurs ont utilisé des grèves dans les transports en commun afin de mettre en évidence une variation de pollution de l'air [Basagaña *et al.*, 2018], [Bauernschuster *et al.*, 2017]. Ici, nous utilisons une stratégie par différence de différence, où le « traitement » pour une ville donnée est l'occurrence d'une grève dans les transports en commun, et le groupe de contrôle est constitué à une date t des aires urbaines sans épisode de grève à cette date [Godzinski et Suarez, 2019].

Définitions

Un **polluant primaire** est un polluant directement émis par une source donnée, tandis qu'un **polluant secondaire** se forme par réaction dans l'atmosphère à partir d'autres polluants (l'ozone par exemple).

La **concentration horaire médiane** est le seuil de concentration en polluant au-dessus duquel la pollution est observée pendant 12 heures de la journée.

Le **premier quartile** de la concentration horaire en polluant (respectivement le **dernier quartile**) est le seuil de concentration en polluant au-dessus duquel la pollution est observée pendant 18 heures de la journée (respectivement 6 heures). Dans la classification internationale des maladies (CIM-10) :

- les **affections aiguës des voies respiratoires supérieures** sont les pathologies codées en J00-J06 ;
- l'ensemble des pathologies respiratoires sont codées en J00-J99 ;

- les **anomalies de la respiration** correspondent au code R06, qui est utilisé pour signaler un symptôme lorsqu'un diagnostic n'a pu être associé ;
- les **grippes et pneumonies** sont les pathologies codées J09-J18.

Bibliographie

- Godzinski A., Suarez Castillo M., "Short-term health effects of public transport disruptions: air pollution and viral spread channels", *Documents de travail G2019/03*, Insee, 2019.
- Base de données de l'OMS, "WHO Global Ambient (outdoor) air quality database, by country and city", 2018.
- Adda J., "Economic activity and the spread of viral diseases: Evidence from high frequency data." *The Quarterly Journal of Economics*, 131(2): 891–941, february 2016.
- Arceo-Gomez E., Hanna R., Oliva P., "Does the effect of pollution on infant mortality differ between developing and developed countries? Evidence from Mexico City", *The Economic Journal*, 126 (591), 257-280, 2016.
- Basagaña X., Triguero-Mas M., *et al.*, "Effect of public transport strikes on air pollution levels in Barcelona (Spain)." *Science of The Total Environment*, 610: 1076–1082, 2018.
- Bauernschuster S., Hener T., Rainer H., "When Labor Disputes Bring Cities to a Standstill: The Impact of Public Transit Strikes on Traffic, Accidents, Air Pollution, and Health." *American Economic Journal: Economic Policy*, 9(1): 1–37, 2017.
- Schlenker W., Walker R., "Airports, Air Pollution, and Contemporaneous Health", *The Review of Economic Studies*, Volume 83, Issue 2, p. 768–809, april 2016.
- Thélot B., Bourrillon A., "Coincidence of public transport strike with bronchiolitis epidemic." *The Lancet*, 348(9043): 1743–1744, december 1996.

Direction Générale :
88 avenue Verdier
92541 Montrouge Cedex
Directeur de la publication :
Jean-Luc Tavernier
Rédacteur en chef :
A. Goin
Rédacteurs :
J.-B. Champion, C. Collin, P. Glénat
C. Lesdos-Cauhapé, V. Quénechdu
Maquette : P. Thibaudeau
Code Sage IA1946
ISSN 2416-7851
© Insee 2019

Insee Analyses figure dès sa parution sur le site internet de l'Insee :

<https://www.insee.fr/fr/statistiques?debut=0&collection=6>

Pour recevoir par courriel les avis de parution :

<https://www.insee.fr/fr/information/1405555>

