



Lien entre concentration d'ozone dans l'air
et nombre d'admissions des consultations
en kinésithérapie respiratoire

Par Aurore Trébuchet, Alexis Cousin, Astrid Essartel,
Adrien Schmitt et Bernard Beauzamy
Société de Calcul Mathématique SA

Juin 2017

Résumé

Nous évaluons dans cet article la possible corrélation entre la concentration d'ozone dans l'air et le nombre de consultations pour bronchiolite dans la région nord de l'Essonne.

Nous constatons que, contrairement à ce qu'on lit souvent, et contrairement à ce qu'écrit l'OMS, il y a moins d'admissions en situation de forte pollution ; plus d'admissions en situation de faible pollution.

Limitations de l'étude :

- Les consultations sont faites le week-end, mais ceci n'est pas gênant, parce que la concentration en ozone est mesurée sur une semaine (resp. deux semaines) avant la consultation.
- Par contre, les données d'admission ne sont disponibles que pour les 16 premières et les 12 dernières semaines de l'année, et ceci peut introduire un biais méthodologique, dans la mesure où les phénomènes étudiés sont souvent saisonniers.

I. Introduction

L'ozone (O_3) est un gaz naturellement présent dans l'atmosphère, mais, sur le site de l'Organisation Mondiale de la Santé [OMS], il est décrit comme ayant des effets marqués sur la santé humaine. À concentration trop élevée, il provoque des problèmes respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme, une diminution de la fonction pulmonaire et l'apparition de maladies respiratoires. Ceci est certainement exact pour de très fortes concentrations, mais la question qui se pose est celle de la validité de telles conclusions pour de faibles concentrations, celles que l'on rencontre naturellement. La question se pose de la même façon pour la radioactivité : là aussi elle n'est pas convenablement tranchée.

Quoi qu'il en soit, l'ozone est maintenant considéré comme un polluant, tout comme le CO_2 ; l'objectif affiché par les pouvoirs publics est d'en diminuer la concentration par tout moyen, indépendamment du rôle qu'il joue naturellement dans l'atmosphère. L'homme ignore les lois de la Nature et cherche à les remplacer par ses propres accommodements.

Pour essayer -une fois n'est pas coutume- d'avoir une approche rationnelle, nous étudions l'impact du niveau de concentration d'ozone dans l'air au cours de la semaine sur le nombre d'admissions pour bronchiolite dans la région nord de l'Essonne le weekend. A partir des données dont nous disposons, nos conclusions sont claires : il y a moins d'admissions à la suite des périodes de fortes concentrations : c'est l'inverse de la conclusion généralement admise, laquelle sert de base à toute sorte de mesures réglementaires, notamment les restrictions de circulation.

II. Données utilisées

A. Données sur la concentration en ozone

Airparif relève toutes les heures les concentrations de différents polluants dans l'air. Le site met à disposition les bases de données regroupant ces informations pour chaque balise en Ile-de-France. Nous utilisons les relevés d'ozone sur la station des Ulis entre 2009 et 2016 (au centre de la région nord de l'Essonne).

Il y a une très grande variabilité de la concentration en ozone d'une année sur l'autre, d'un mois à l'autre, d'un jour à l'autre (exactement comme pour la température ou la concentration en CO_2). Voici la variation annuelle :

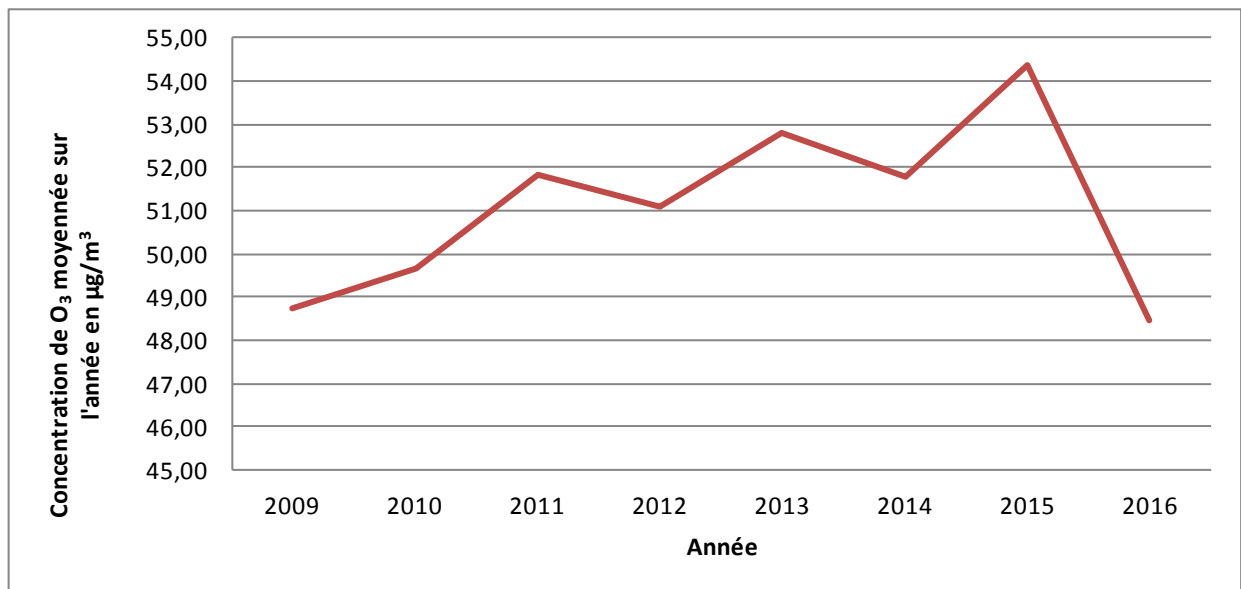


Figure 1 : variation annuelle de la concentration en ozone

Voici maintenant la variation d'une semaine à l'autre. Pour plus de clarté, trois années seulement ont été retenues : 2009, 2013 et 2016.

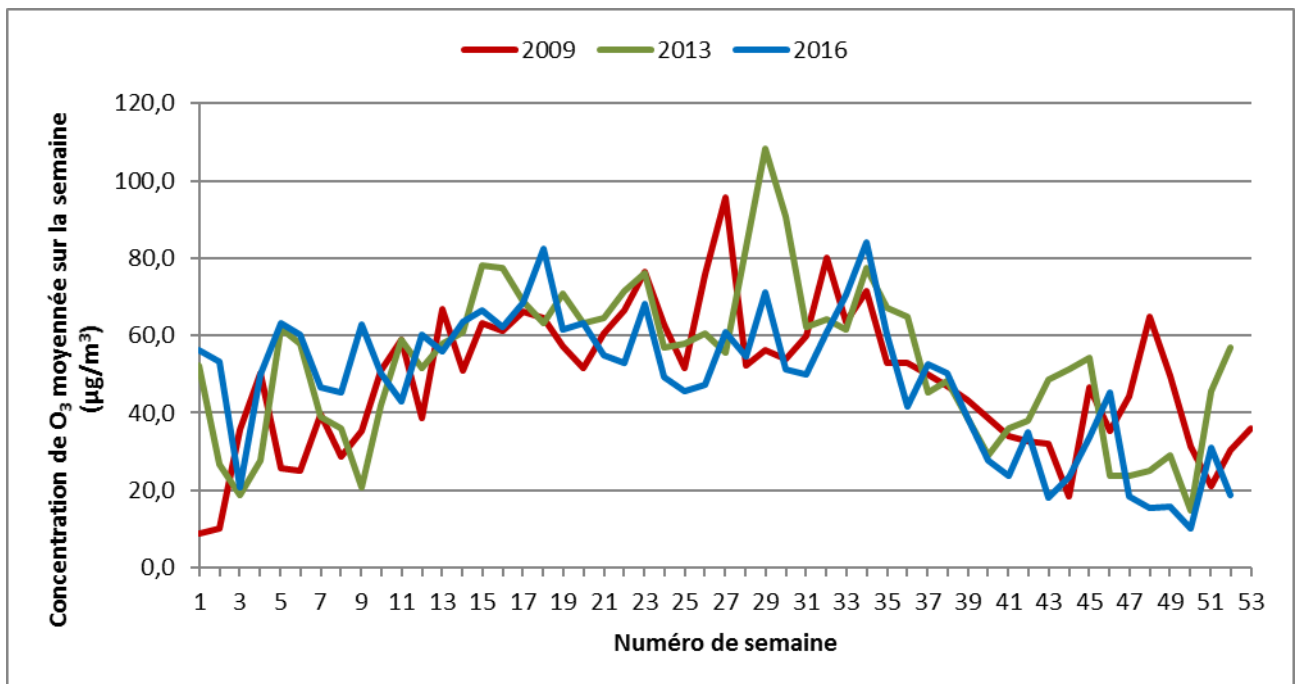


Figure 2 - Concentration moyenne d'ozone par semaine pour les années 2009, 2013 et 2016

Chaque année, la concentration en ozone est plus faible lors des premières et dernières semaines. La concentration moyenne annuelle est de 50 µg/m³.

De manière très arbitraire, l'OMS a fixé un "seuil de protection de la santé" qui correspond à une moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³. De 2009 à 2016, ce seuil a été dépassé au cours de 282 jours.

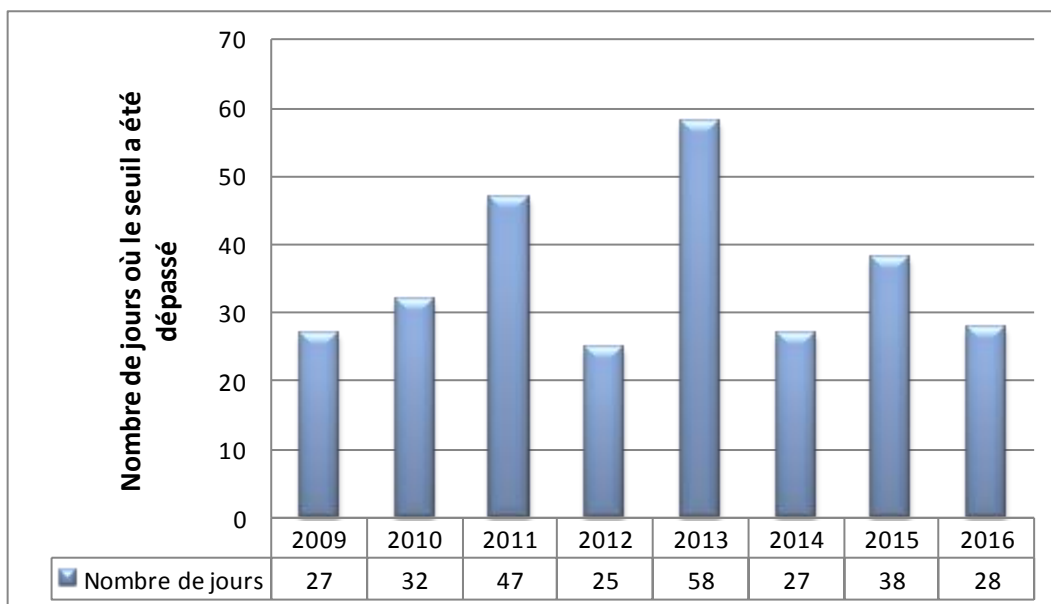


Figure 3 Nombre de jours où le seuil de protection pour la santé a été dépassé entre 2009 et 2016

Cette notion de "seuil de protection", que l'on rencontre très généralement (nitrates, radioactivité, etc.) est tout à fait illusoire. Elle donne l'impression aux gens qui sont au-dessus du seuil que leur vie est menacée et aux gens qui sont juste au dessous que l'on a triché pour établir le seuil.

B. Données sur les bronchiolites

Les données sur le nombre d'admissions pour bronchiolite dans la région nord de l'Essonne proviennent du Réseau Kinésithérapie Bronchiolite Essonne.

La base de données récoltée liste le nombre d'enfants vus par les kinésithérapeutes les samedis et dimanches pour bronchiolite entre 2009 et 2016 dans le nord de l'Essonne. Les données sont disponibles uniquement pour les 16 premières et les 12 dernières semaines de l'année.

Nous comptabilisons le nombre de premières visites par week-end : un enfant vu le samedi et revu le dimanche n'est compté qu'une fois.

III. Approche mathématique

Nous obtenons pour les semaines 1 à 16 et 40 à 52 de 2009 à 2016 dans le nord de l'Essonne :

- les concentrations moyennes d'ozone relevées par la balise des Ulis ;
- le nombre d'enfants admis pour bronchiolite par week-end.

Après un prétraitement éliminant les données aberrantes, nous obtenons 128 semaines exploitables. A cause de divers problèmes au niveau de la balise, certaines données sont manquantes. Plus précisément, il manque 1 283 données sur 70 032 soit 1,83% des données.

La question est de savoir s'il existe un lien entre le niveau de concentration en ozone et le nombre d'admissions pour bronchiolite. Plutôt que le "risque relatif" (méthode incorrecte, voir plus bas), nous utilisons la méthode probabiliste développée par la SCM, décrite dans le livre [NMP]. L'analyse se fait en plusieurs étapes :

- Définition du nombre minimal et maximal d'admissions ;

Pour cette étude, nous considérons que le nombre d'admissions minimal est de zéro et que le nombre d'admissions maximal est de 50 par week-end.

- Division de la base de données des admissions en deux : le nombre d'admissions lorsque la concentration en ozone est faible et le nombre d'admissions lorsque la concentration en ozone est forte.

Nous recherchons la valeur médiane de concentration, c'est-à-dire la concentration telle que 50% des concentrations sont inférieures ou égales à la médiane. Nous séparons ensuite la base de données des admissions en deux. La concentration médiane est de 42,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nous ne disposons que des concentrations en ozone pour les semaines 1 à 16 et 40 à 52, c'est-à-dire lorsque les concentrations en ozones sont parmi les plus basses de l'année. Ainsi, la séparation des concentrations de polluant correspond à une séparation concentrations faibles/moyennes au lieu de faibles/fortes.

- Calcul des probabilités de dépassement de seuil (PDS) ;

Fixons un seuil du nombre d'admissions x arbitraire (par exemple 10 admissions dans le week-end). Il s'agit d'évaluer la probabilité d'avoir au moins x admissions au cours du week-end. C'est par définition :

$$PDS(x) = P(X \geq x) \tag{1}$$

Nous déterminons une approximation de cette probabilité grâce à la formule suivante (voir [NMP]) :

$$PDS(k) = \frac{n_k + n_{k+1} + \dots + n_K + 1}{N + 2} \tag{2}$$

Avec :

- n_k le nombre de week-ends dans l'historique où il y a eu k admissions ;
- N le nombre de week-ends dans l'historique ;

- K le nombre d'admissions envisagées (ici 50).

Nous calculons les probabilités sachant que la concentration en ozone est inférieure ou égale à la médiane puis sachant qu'elle est supérieure à la médiane. Nous obtenons la figure ci-dessous.

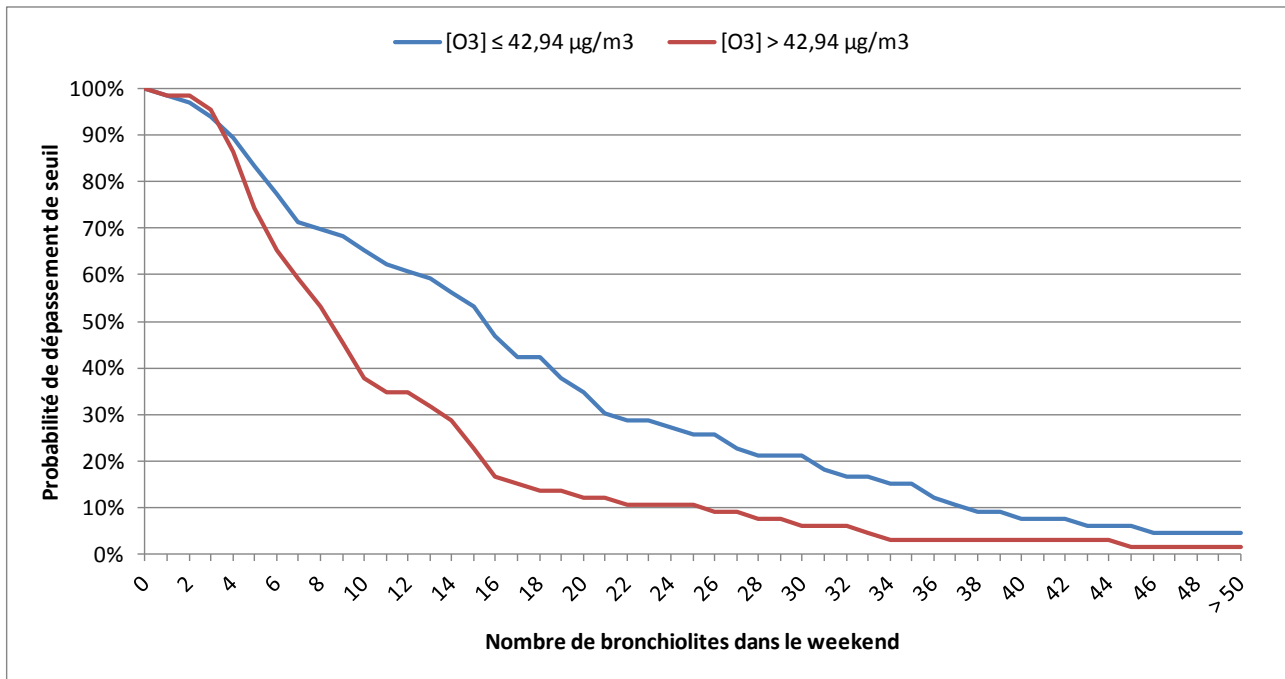


Figure 4 – Probabilité de dépassement de seuil

Ainsi, il y a clairement une plus forte probabilité d'avoir un plus grand nombre de bronchiolites dans le week-end lorsque la concentration moyenne en ozone est inférieure à 42,94 µg/m³.

Par exemple, la probabilité d'avoir plus de 20 bronchiolites dans le week-end sachant que la concentration en ozone est inférieure à 42,94 µg/m³ est de 0,35 alors qu'elle est de 0,12 pour une concentration en ozone de plus de 42,94 µg/m³.

La même démarche est répétée en comparant le nombre de patients pendant le week-end avec les concentrations d'ozone de la semaine précédente ainsi qu'avec les concentrations des deux semaines réunies : le résultat reste identique.

IV. Conclusion

Cette étude indique qu'une élévation de la concentration d'ozone dans l'air se traduit par une baisse du nombre de bronchiolites, au moins pendant les 128 semaines étudiées : une concentration moyenne en ozone inférieure à 42,94 µg/m³ entraîne plus d'admissions pour bronchiolites qu'une concentration supérieure à ce même seuil. Les choses peuvent évidemment être différentes pendant les autres semaines de l'année.

V. Critique des méthodes habituellement employées en épidémiologie

Les conclusions d'une étude épidémiologique reposent souvent sur la notion de "risque relatif" (RR), faisant intervenir par exemple le nombre de malades versus la taille de la population. Or le calcul de ce risque relatif n'est pas correct. L'estimation qui est faite de l'intervalle de confiance pour le RR fait l'hypothèse implicite que le phénomène suit une loi de Gauss, ce qui est absolument faux en général. Par conséquent, les conclusions tirées de l'intervalle de confiance pour le RR (qu'il contienne ou non la valeur 1) sont entièrement dépourvues de valeur scientifique, même si elles sont communément acceptées par la communauté des épidémiologistes. Nous avons développé ces questions dans notre article "Les bonnes pratiques en épidémiologie", voir :

http://scmsa.eu/archives/Rapport_SCM_Bonnes_pratiques_epidemie_2009.pdf

VI. Références

[OMS] Organisation Mondiale de la Santé, "Qualité de l'air ambiant et santé", septembre 2016.

Disponible sur : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/fr/>

[NMP] Bernard Beauzamy : Nouvelles méthodes probabilistes pour l'évaluation des risques. Ouvrage édité et commercialisé par la Société de Calcul Mathématique SA. ISBN 978-2-9521458-4-8. ISSN 1767-1175, avril 2010.

http://scmsa.eu/archives/SCM_NMP_order.htm