

Société de Calcul Mathématique SA

Outils d'aide à la décision

depuis 1995



Analyse critique de l'étude

*Residential Proximity to Freeways and Autism in the CHARGE Study
by Heather E. Volk, Irva Hertz-Picciotto, Lora Delwiche, Fred Lurmann, and Rob McConnell
Environmental Health Perspectives • volume 119 | number 6 | June 2011*

par Bernard Beauzamy

16/01/2023, rev. 17/08/2024

Résumé opérationnel

Cette étude voudrait établir un lien entre la proximité d'une autoroute et la prévalence de l'autisme. Bien entendu, elle n'y parvient pas. Elle recèle une très intéressante erreur de logique, relative à l'utilisation des cas-témoin.

Remerciements

Nous remercions David Denaux (Airbus) d'avoir attiré notre attention sur cet article et de nous avoir envoyé un lien de téléchargement.

1. Introduction

La présence d'infrastructures ou d'équipements et les conséquences qu'elle peut avoir sur la santé publique sont des préoccupations très anciennes : on peut imaginer que les riverains de la Via Appia (construite en 312 av JC) se plaignaient déjà du bruit. De nos jours, l'interrogation est systématique : nous-même l'avons rencontrée lors de contrats avec Aéroports de Paris (bruit), Réseau de Transport d'Electricité (diverses maladies associées à la proximité des lignes HT). D'autres exemples d'actualité sont les antennes, les routes, les voies ferrées, etc.

Mathématiquement parlant, de telles études relèvent de cette branche des statistiques qu'on appelle "épidémiologie" : discipline scientifique qui étudie les problèmes de santé dans les populations humaines (<https://fr.wikipedia.org/wiki/épidémiologie>). Le terme est peut-être trompeur, parce qu'il ne s'agit pas nécessairement de maladies contagieuses, mais il est consacré par l'usage. La question se pose sous la forme : étant donné un facteur de risque (par exemple la proximité d'une ligne HT), y a-t-il plus de maladies de tel ou tel type dans les populations exposées à ce risque que dans la population générale ?

L'étude que nous analysons ici traite du risque d'autisme, pour les populations qui résident à proximité d'une autoroute ? Y sont-elles plus exposées que la moyenne ?

2. Bien poser le problème

Posons bien le problème : prenons une population d'un million d'habitants, vivant à proximité d'une autoroute, et une population exactement identique à tous égards, vivant loin de toute autoroute, y aura-t-il un nombre significativement plus élevé d'enfants autistes dans la première que dans la seconde ? Dès que le problème est bien posé, on voit qu'il est impossible à résoudre : il est impossible d'analyser deux panels d'un million de personnes, identiques, mais différant par ce seul critère : l'un est à proximité d'une autoroute, l'autre à grande distance.

3. Analyse critique des résultats

L'étude dit ceci : les données proviennent de 304 cas d'autisme et de 259 témoins. Les sujets avaient entre 24 et 60 mois au moment du recrutement, qui a eu lieu entre 2003 et 2009, ont vécu avec au moins un parent biologique anglophone ou hispanophone, sont nés en Californie et résidaient dans l'une des zones de recrutement de l'étude au moment de l'inscription.

Voici les résultats obtenus :

Exposure ORs (95% CIs) for autism, by category of distance from residence to the nearest freeway at time of birth ($n = 563$).

Exposure category	n (cases/controls)	Crude	Adjusted ^a
< 309 m from freeway (closest 10%)	38/19	1.86 (1.04–3.45)	1.86 (1.03–3.45)
309–647 m from freeway (10th to 25th percentile)	43/41	0.98 (0.60–1.59)	0.96 (0.58–1.56)
647–1,419 m from freeway (25th to 50th percentile)	77/63	1.14 (0.76–1.71)	1.11 (0.73–1.67)
> 1,419 m from freeway (further 50%)	146/136	Reference	Reference

Le résultat principal est en première ligne du tableau : dans la population proche de l'autoroute (moins de 309 m), on trouve 38 cas d'autisme, contre seulement 19 dans la population témoin.

Pour bien comprendre les données, présentons-les sous forme de tableau :

distance autoroute	d<309	309<d<647	647<d<1419	>1419	total
autistes	38	43	77	146	304
témoins	19	41	63	136	259

La distance 309 m est choisie parce que la somme $38+19= 57$ est à peu près 10% de l'effectif total (ici 563) et la distance 647 parce que la somme $38+43+19+41$ est à peu près 25% de l'effectif total.

L'article croit pouvoir conclure que, dans la part de l'échantillon la plus proche de l'autoroute (moins de 309 m), la proportion d'autistes est beaucoup plus élevée que dans la population totale.

La proportion d'autistes proche de l'autoroute est en effet :

$$p_1 = \frac{38}{38+19} \approx 0.67,$$

tandis que la proportion d'autistes dans la population générale est :

$$p_2 = \frac{304}{304+259} \approx 0.54.$$

Or, comment a été choisie la population témoin ? L'article dit explicitement :

"Population-based controls were recruited from the sampling frame of birth files from the State of California and were frequency matched by sex, age, and broad geographic area to the autism cases."

C'est nous qui soulignons les mots "broad geographic area". On ne connaît pas réellement et précisément la localisation des enfants-témoin. Il se trouve que, à proximité de l'autoroute, il y a 38 enfants autistes (c'est ainsi, on n'y peut rien), mais le sort a fait que, parmi la population témoin, seulement 19 soient à proximité de l'autoroute, ce qui crée un artefact majeur et une erreur dans la logique du raisonnement. Il aurait très bien pu se faire que, parmi les 259 témoins, 200 se trouvent à proximité de l'autoroute et la conclusion aurait été différente.

L'erreur principale tient au fait que les auteurs ne savent pas réellement ce qu'est une étude cas-témoin (ignorance fort répandue) ! Pour qu'elle soit valide, comme nous l'avons dit en introduction, il faudrait disposer de deux populations, disons chacune de 1 000 personnes, absolument identiques, si ce n'est que la première est à proximité d'une autoroute et l'autre non. Dans ces conditions, si on observe un surplus significatif d'autistes dans la première, on pourra incriminer l'autoroute.

Nous avons réalisé en 2009, pour le compte de RTE, une analyse critique très semblable :

http://www.scmsa.eu/archives/SCM_Draper_2009.pdf :

il s'agissait des cas de leucémies au voisinage des lignes HT. Nous y renvoyons le lecteur pour une liste des biais innombrables que comportent de telles études : ces biais sont les mêmes ici.

S'y ajoute le fait que l'autisme peut avoir une origine génétique :

<https://spectredelautisme.com/trouble-du-spectre-de-l-autisme-tsa/statistiques-autisme-tsa/>

qui n'a évidemment rien à voir avec la proximité d'une autoroute.

Enfin, il y a un élément, cité par l'étude, qui invalide complètement les résultats : l'étude dit (en conclusion) : *"Il a été estimé que 11 % de la population américaine vit à moins de 100 m d'une autoroute à quatre voies, de sorte qu'un lien de causalité avec l'autisme ou d'autres troubles neurodéveloppementaux aurait de vastes répercussions sur la santé publique"*.

Or la population américaine se monte à environ 330 millions de personnes ; 11% cela fait 36 millions vivant à proximité immédiate d'une autoroute. Si l'autisme était significativement développé en ce cas (et nous sommes à moins de 100 m, et pas seulement à 309 m), cela se verrait de manière immédiate et sans la moindre ambiguïté. On n'aurait pas besoin d'une étude cas-témoin portant sur moins de 600 personnes.

4. Conclusion

Nous sommes ici en présence d'une étude entièrement dépourvue de valeur scientifique. Elle cherche, par tous moyens statistiques disponibles, à établir que la prévalence de l'autisme est plus élevée à proximité des autoroutes, mais n'y parvient pas, parce que la conception même de l'étude est défectueuse.

De tels procédés, à l'inverse, permettraient de prouver que la Place de la Concorde favorise le génie : tous les génies, au cours de leur vie, sont passés par la Place de la Concorde au moins une fois. Nous renvoyons à notre article :

http://scmsa.eu/archives/SCM_Bonnes_pratiques_epidemiologie_2009b.pdf

pour la définition des bonnes pratiques en épidémiologie.

Lorsque des populations très importantes sont exposées à un risque, il existe un argument très simple qui permet de conclure instantanément. Prenons un exemple typique : celui des téléphones portables. Il y a des milliards d'utilisateurs, depuis des dizaines d'années. Si l'usage du portable était associé à un risque, cela se serait vu depuis longtemps.

Comme disait Henri Poincaré : *"le calcul des probabilités ne devrait pas empêcher les savants d'avoir du bon sens"* (rapport établi en 1904 à la demande de la Chambre Criminelle de la Cour de Cassation : expertise concernant le "Système Bertillon", système probabiliste de graphologie qui était à la base de l'accusation portée contre Alfred Dreyfus).