

RÉDUIRE LES INÉGALITÉS DE SANTÉ : LE RÔLE DES ESPACES VERTS URBAINS

Analyse rédigée par Laurence Nicolle-Mir – Vol 15 n° 2 – Mars-Avril 2016

Focalisé sur les inégalités sociales de santé aux États-Unis, cet article synthétise la littérature traitant de l'influence des espaces verts urbains sur l'obésité, les maladies cardiovasculaires, la vulnérabilité à la chaleur et la santé mentale. L'objectif est d'éclairer le rôle potentiel des espaces verts dans la lutte contre les inégalités de santé et d'identifier des axes de recherche pour les futurs travaux.

This article, focusing on health disparities in the US, summarizes the literature on the influence of urban green spaces on obesity, cardiovascular diseases, heat vulnerability, and psychological health. It aims to clarify the potential role of green spaces in combatting health disparities and identify future avenues of research.

Sous l'angle des services écosystémiques rendus par les espaces verts urbains au sens large, incluant les parcs, bois, jardins et autres zones couvertes d'herbes ou de plantes.

Les services écosystémiques peuvent être classés en quatre catégories : des services de soutien aux conditions favorables à la vie (cycle des nutriments, formation des sols, production primaire, etc.), d'approvisionnement (en aliments, eau, combustibles, molécules médicamenteuses, etc.), de régulation (du climat, des maladies, de la qualité de l'air, de l'eau, etc.) et culturels (récréation, éducation, esthétique du paysage, spiritualité, etc.). Les services appartenant à ces deux dernières catégories revêtent une importance toute particu-

lière pour la santé et le bien-être de la population urbaine. Ils sont inégalement fournis aux individus en fonction, notamment, de caractéristiques socio-économiques telles que l'origine ethnique et le niveau de revenus. Cette disparité dans la répartition des services écosystémiques contribue aux inégalités de santé, et la promotion de la « justice environnementale » est l'un des leviers d'action pour les réduire.

Quatre problématiques ayant donné lieu à d'assez nombreuses publications décrivant la situation aux États-Unis ont été retenues pour illustrer ce discours : l'obésité, les maladies cardiovasculaires, la vulnérabilité à la chaleur et le mal-être psychologique.

DONNÉES DE LA LITTÉRATURE

Les études concernant l'obésité indiquent que sa prévalence est 3,7 fois plus élevée chez les jeunes de quartiers défavorisés ayant un mode de vie sédentaire (19,8 %) que chez les jeunes actifs physiquement vivant dans des quartiers plus aisés (6,7 %). Dans la population générale, deux groupes particulièrement affectés par l'obésité sont considérés prioritaires pour des interventions de santé publique : les personnes ayant fait le moins d'études et celles appartenant à certaines minorités ethniques. Augmenter le niveau d'activité physique est une mesure clé, et les études montrent qu'elle est favorisée par la proximité de parcs et un environnement favorable à la marche (« *walkable neighborhood* »).

Toutefois, si ces éléments sont incitatifs, ils ne sont pas forcément suffisants pour engager des personnes inactives à explorer leur environnement extérieur. L'activité de plein air

nécessite d'être encouragée par une offre de programmes de sorties et d'organisation d'événements sportifs. Par ailleurs, des éléments dissuasifs sont à prendre en compte, comme l'insécurité ou la proximité de sources de pollution ou d'autres nuisances urbaines. L'intérêt des espaces verts dans la lutte contre l'obésité doit donc être considéré dans un contexte social et local élargi. L'accès à une alimentation saine, dont les études suggèrent la corrélation à l'accès aux espaces verts, est également un élément important. Des mesures favorisant l'activité physique peuvent aussi avoir un impact sur les maladies cardiovasculaires, dont la répartition déséquilibrée représente un enjeu majeur aux États-Unis. En 2009, le taux de mortalité prématuré par maladie cardiovasculaire était ainsi 1,5 fois plus élevé chez les Noirs que chez les Blancs. Plusieurs travaux sur l'hypertension artérielle, le stress ou les accidents vasculaires cérébraux, suggèrent indirecte-

ment que les services écosystémiques devraient être pris en compte dans les discussions sur les moyens d'améliorer la santé cardiovasculaire.

Outre les épreuves de la vie qui peuvent toucher n'importe quelle catégorie sociodémographique, certaines sources de stress spécifiques aux populations défavorisées (chômage et discrimination par exemple) contribuent à une faible qualité de vie perçue, à la survenue d'une dépression, et au passage éventuel à l'acte suicidaire. Les taux de suicide les plus élevés sont ainsi observés chez les personnes les moins diplômées et, parmi les adolescents et les jeunes adultes, chez les Noirs non-Hispaniques ainsi que dans la minorité ethnique autochtone (Amérindiens et indigènes d'Alaska). La littérature indique que la présence d'espaces verts atténue le stress émotionnel, en permettant un contact ressourçant avec la nature, des contacts sociaux qui soutiennent les capacités à faire face aux difficultés, et en favorisant des sentiments

d'appartenance à une communauté et d'attachement à un quartier plaisant. Le service écosystémique culturel dépend toutefois de critères qualitatifs. Ainsi, à Kansas City, ce sont les quartiers les plus pauvres qui disposent de la plus grande surface d'espaces verts, mais ceux-ci sont de mauvaise qualité et dépourvus en aires de jeux.

La vulnérabilité à la chaleur est le dernier exemple d'un problème qui touche préférentiellement les groupes de populations les plus défavorisés pour diverses raisons incluant leur concentration dans des quartiers très peuplés disposant de peu d'espaces naturels susceptibles d'atténuer l'effet îlot de chaleur urbain. Contrairement aux services écosystémiques d'ordre culturel, ce service de régulation thermique n'exige pas un contact direct avec les espaces verts, dont le potentiel multidimensionnel pour la santé et le bien-être des populations pauvres et des minorités ethniques n'a pas encore été totalement exploré.

RECOMMANDATIONS POUR LA SUITE DES RECHERCHES

Les auteurs mettent en garde contre un enthousiasme excessif qui détournerait l'attention de facteurs d'inégalités de santé majeurs comme l'accès aux services de soins, l'éducation ou le poids des expositions environnementales. Ils rappellent par ailleurs que les risques potentiels des espaces verts (pollens, insectes, dommages en cas de tempêtes, etc.) doivent être considérés au même rang que leurs bénéfiques. Les enjeux méthodologiques pour des études sur les effets sanitaires des espaces verts incluent la mesure de l'exposition sans présumer d'une interaction positive entre la population et la nature, la quantification des effets, l'établissement d'une relation causale à l'échelle d'une population (et pas simplement d'une association) et la compréhension du mécanisme en jeu. Une collaboration transdisciplinaire dans les champs de la santé publique et de l'écologie urbaine est souhaitée.

Les auteurs regrettent la quasi-absence (une seule étude) de travaux en zone rurale, alors qu'une pauvreté persistante existe dans certains comtés à population majoritairement

non-Blanche. Dans l'objectif de produire des connaissances nuancées sur la relation entre l'exposition à l'environnement naturel et les inégalités de santé, cette relation devrait être examinée partout où le problème se pose et dans des types d'environnement variés.

Publication analysée : Jennings V, Johnson Gaither C. *Approaching environmental health disparities and green spaces: an ecosystem service perspective*. *Int J Environ Res Public Health* 2015; 12: 1952-68.

doi : 10.3390/ijerph120201952

USDA Forest Service, Southern Research Station, Integrating Human and Natural Systems, Athens, États-Unis.

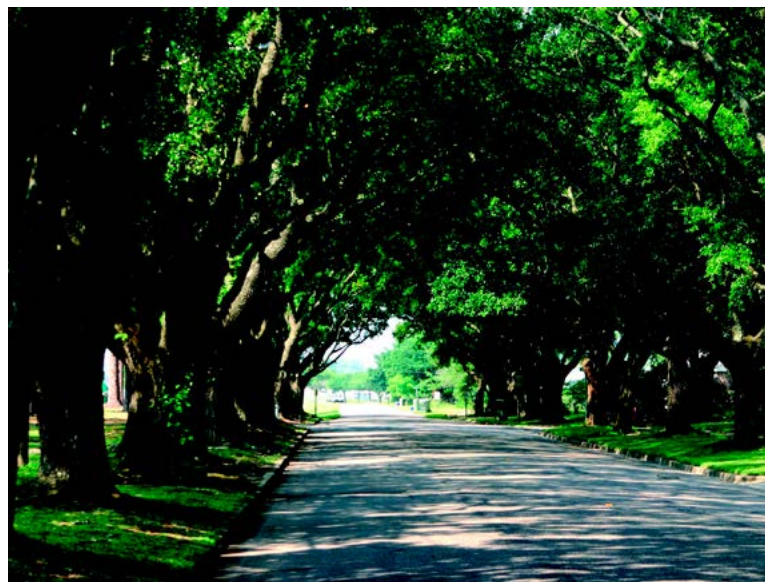
ARBRES EN VILLE ET SANTÉ : ÉTUDE TRANSVERSALE À TORONTO

Analyse rédigée par Laurence Nicolle-Mir – Vol 15 n° 2 – Mars-Avril 2016

Les résultats de cette étude transversale dans la ville de Toronto suggèrent que l'état de santé perçu par les habitants et leur condition cardio-métabolique sont liés au nombre d'arbres plantés le long des rues de leur quartier. L'étude fournit un aperçu concret de l'intérêt que pourraient représenter ces arbres.

The results of this cross-sectional study in Toronto suggest that the residents' perceived health and cardio-metabolic conditions are related to the number of trees lining the roads in their neighborhood. The study provides valuable insight into the possible benefits of these street trees.

Au-delà d'une démonstration d'un rôle bénéfique de la végétation urbaine, il apparaît nécessaire de savoir quel type de plantation le plus favorable à la santé pourrait venir enrichir l'environnement bâti. Les auteurs de cette étude ont choisi de s'intéresser aux arbres qui bordent les rues pour plusieurs raisons. Les arbres représentent les végétaux les plus grands et remarquables qui participent à l'agrément du paysage.



Ceux qui bordent les routes et les rues représentent un bien public accessible au plus grand nombre de personnes, qui peuvent y être facilement exposées au cours de leurs déplacements ou par simple contact visuel à travers une fenêtre. Enfin, par leur situation, ces arbres sont en première ligne pour atténuer la pollution liée au trafic.

MATÉRIEL UTILISÉ

L'étude a été conduite à Toronto et les auteurs ont utilisé les données de 31 109 participants à l'*Ontario Health Study* (investigation en cours des facteurs de risque de maladies telles que cancers, diabète, maladies cardiovasculaires, asthme et maladie d'Alzheimer dans la population adulte). Outre le niveau de santé perçu, auto-évalué sur une échelle de 1 à 5 (valeur moyenne dans la population étudiée : 3,66), les données sanitaires provenant de questionnaires auto-administrés ont servi à construire trois indices : de santé cardio-métabolique (à partir des variables hyperglycémie, hypercholestérolémie, hypertension artérielle, diabète, maladie cardiaque, antécédents d'infarctus du myocarde ou d'accident vasculaire cérébral et indice de masse corporelle), de troubles mentaux (cumulant dépression, anxiété, addiction), et d'autres pathologies (cancer, migraine, asthme, arthrose).

La ville de Toronto est divisée administrativement en 3 202 aires de diffusion (*dissemination area*) d'1,7 km² et 690 résidents en moyenne. L'importance de la couverture végétale offerte par les arbres dans chaque aire a été déterminée à partir de deux bases de données municipales, l'une répertoriant les plus de 530 000 individus de diverses espèces plantés sur des terrains du domaine public le long des rues (qui font l'objet d'une surveillance et de mesures de leurs diamètres), l'autre étant une cartographie de la canopée à partir d'images satellitaires (résolution : 0,6 m). La densité de la couverture par les arbres « de rues » (rapport entre la surface de la couronne des arbres et la surface de la zone) allait de 0,02 % à 20,5 % (moyenne : 4,57 %), et la densité de la couverture par d'autres arbres (situés dans des parcs publics et des jardins privés essentiellement) allait de 0 à 75,4 % (moyenne : 23,5 %).

ANALYSES ET RÉSULTATS

Deux méthodes statistiques ont été appliquées : la régression multiple et l'analyse canonique des corrélations. La première a permis de déterminer l'influence, sur trois critères sanitaires (état de santé perçue, indice de condition cardio-métabolique et indice de troubles mentaux), de la densité de la couverture végétale par les arbres des deux catégories, ainsi que l'influence de six autres variables : l'âge, le sexe, le niveau d'études, le niveau de revenus du foyer, le revenu médian des habitants de la zone, et le nombre de fruits et légumes quotidiennement consommé. L'indice de pathologies « autres », hétérogène, a été utilisé dans la seconde analyse qui visait à explorer les relations entre les critères sanitaires et les variables démographiques, socio-économiques, et de densité des arbres.

Les résultats de la régression multiple indiquent que la densité de la couverture par les arbres de rues retentit sur la santé perçue et l'état cardio-métabolique. Une augmentation de 4 % de la densité (400 cm² de couronne par m², correspondant à l'ajout d'une dizaine d'arbres de taille moyenne seulement dans l'aire de diffusion) est associée à une augmentation d'environ 0,04 point du niveau de santé perçue (ou une augmentation d'1 % sur l'échelle de 1 à 5). L'effet est d'ampleur équivalente à celui que produirait une augmentation des revenus annuels du foyer de 10 200 dollars (le revenu moyen dans la population étudiée était de 90 806 \$) ou un déménagement pour un quartier où le revenu médian est supérieur de 10 200 \$. L'amélioration du niveau de santé perçue équivaut, autrement, à un « rajeunissement » de sept ans.

L'influence sur l'état de santé cardio-métabolique est également significative. Une augmentation de 408 cm²/m² de la densité (correspondant à environ 11 arbres de plus dans l'aire) apparaît avoir un effet équivalent à ceux d'une augmentation des revenus annuels de 20 200 \$ ou d'un « rajeunissement » d'1,4 an. La densité de la couverture végétale procurée par les autres arbres n'apparaît pas être un facteur prédictif significatif du niveau de santé perçue ni de l'état cardio-métabolique.

Les huit variables prédictives considérées n'expliquaient toutefois que 9 % de la variance de l'état de santé perçue et 19 % de celle de la condition cardio-métabolique. La part de la variance de l'indice de troubles mentaux attribuable à ces variables était trop faible (1,1 %) pour une analyse pertinente.

L'analyse des corrélations montre que l'âge est le principal déterminant de la santé physique (condition cardio-métabolique et pathologies autres). Elle appuie les résultats précé-

dents en montrant que l'état de santé perçue, comme l'état de santé cardio-métabolique, sont positivement corrélés aux niveaux de revenus et d'études, à la consommation de fruits et légumes et à la densité des arbres de rues.

Dans leur ensemble, ces résultats soutiennent donc l'hypothèse d'un effet particulièrement bénéfique des arbres plantés au bord des rues. Le caractère transversal de l'étude ne permet cependant pas de l'affirmer, et les raisons pour lesquelles ces arbres seraient plus « efficaces » pour la santé de la population que ceux des jardins publics ou privés demandent à être examinées. Les auteurs précisent que leur étude n'indique pas que les arbres des parcs ne sont pas bénéfiques, mais suggère plutôt que le budget alloué par une commune à la plantation et à la maintenance d'arbres pourrait être préférentiellement utilisé pour des arbres de rues dans un objectif de santé publique. La population de l'étude était un échantillon d'adultes (âge moyen : 43,8 ans), et les arbres des parcs publics pourraient être plus bénéfiques aux enfants qui y passent plus de temps.

Deux faiblesses méthodologiques sont à considérer pour de futurs travaux : les données sanitaires utilisées étaient déclaratives, et seul le revenu médian caractérisait le quartier, alors que d'autres facteurs sont importants pour la santé (niveau de pollution, de sécurité, etc.). En revanche, les Canadiens étant couverts par un système d'assurance maladie qui garantit un accès équitable aux soins, l'impact de variables socio-économiques comme le taux de chômage a été réduit.

Publication analysée : Kardan O, Gozdyra P, Misic B, Moola F, Palmer L, Paus T, Berman M. Neighborhood greenspace and health in a large urban center. *Sci Rep* 5, 11610.

doi : 10.1038/srep11610

Department of Psychology, The University of Chicago, Chicago, États-Unis.

VERS DES VILLES PLUS SAINES

Analyse rédigée par Laurence Nicolle-Mir – Vol 15 n° 5 – Septembre-Octobre 2016

A partir d'un état des lieux des connaissances, l'auteur de cet article propose des pistes de réflexion et d'actions pour atteindre l'objectif d'un environnement urbain globalement plus favorable à la santé. L'enjeu est important, comme le travail restant à effectuer. Une collaboration pluridisciplinaire est nécessaire, ainsi que le rapprochement de la science et du politique.

After reviewing the literature, the author of this article suggests possible approaches and actions to achieve an urban environment that is more beneficial to health overall. The issue is wide reaching, and much work remains to be done. A multisectorial approach is needed, with a strong link between science and policies.



Plus de deux tiers de la population européenne vit déjà en zone urbaine et le nombre de citadins ne cesse d'augmenter partout dans le monde. Cette expansion va de pair avec le

développement d'un certain nombre de problèmes propres à la ville, qui a aussi été, de tout temps, un lieu moteur d'innovation et créateur de richesses pour les sociétés humaines.

Les villes sont des systèmes complexes qui entretiennent avec la santé des rapports complexes. Elles exposent de manière très variable à des facteurs délétères comme la pollution atmosphérique, le bruit et les îlots de chaleur, ainsi qu'à des facteurs associés à des effets sanitaires tantôt bénéfiques tantôt néfastes, comme les espaces verts et le rayonnement ultraviolet. Pour un même niveau d'exposition environnementale, les comportements individuels, les préférences culturelles, le temps passé à l'extérieur, des considérations économiques, etc., peuvent entraîner de larges variations de l'exposition personnelle.

Sur quoi faut-il agir pour rendre les villes plus saines, et à quel niveau ?

LIMITES DES CONNAISSANCES ACTUELLES

La littérature épidémiologique récente rassemblée pour cet article répond essentiellement à une approche « mono-exposition », les études reliant un type d'exposition environnementale spécifique à un effet sanitaire donné. Les facteurs de confusion importants sont généralement contrôlés, et la participation de covariables environnementales (par exemple le bruit, la température ou les espaces verts) à l'effet observé (dans l'exemple, de la pollution atmosphérique), ou leurs rôles modificateurs de l'association, sont parfois évalués.

Les informations ainsi obtenues sont indicatives du type de mesure à mettre en œuvre en termes d'aménagement urbain ou de politique des transports (la littérature indique que les interventions au niveau communautaire sont plus

coût-efficaces que les interventions au niveau individuel), mais elles n'embrassent pas la complexité des relations entre la ville et la santé. De nombreux facteurs interagissent, qui peuvent être reliés par des boucles de rétroaction, de sorte qu'un processus de planification urbaine peut être pavé de difficultés ou donner des résultats inattendus. Les décideurs politiques n'ont pas seulement besoin de plus de données sur les facteurs environnementaux et personnels qui affectent la santé, ils ont aussi besoin de mieux comprendre les liens qui les unissent.

En prenant le problème sous un autre angle, il serait utile d'identifier les facteurs qui confèrent un aspect « santé » intéressant à un projet de conception ou de rénovation urbaine.

L'occupation mixte des sols est, par exemple, censée rendre une ville plus « vivable » en réduisant les distances entre le domicile, le lieu de travail et les différentes ressources du tissu urbain. Mais à quoi rapporter ses co-bénéfices sanitaires ? À

l'amélioration des conditions de logement ? À un accès plus facile à certaines infrastructures ? À une réduction des expositions environnementales ? À la modification de comportements individuels ?

MOYENS DE FOURNIR DE NOUVEAUX ÉCLAIRAGES

L'article cite plusieurs concepts, méthodes et outils qui pourraient être utilisés pour produire des connaissances scientifiques plus exploitables par les décideurs politiques. S'éloignant radicalement de l'étude des effets sanitaires de chaque facteur pris isolément, le concept d'exposome est particulièrement intéressant, en ce sens qu'il recouvre toutes les expositions auquel un individu est soumis au cours de sa vie, ainsi que leurs interactions. Sa nature dynamique représente un défi pour sa caractérisation, à laquelle s'attellent des projets européens (comme HELIX, EXPOsOMICS et HEALS) appuyés sur de nouvelles technologies incluant les systèmes d'information géographique, les capteurs, la télédétection et les « omiques » (transcriptomique, protéomique, métabolomique).

Les capteurs miniaturisés, les systèmes de géolocalisation et des applications développées pour les smartphones, offrent l'opportunité de mieux estimer les expositions individuelles. La combinaison d'informations relatives au lieu où se trouve la personne et à son niveau d'activité physique permet d'estimer la dose de polluants atmosphériques inhalée, qui est un meilleur indicateur que l'exposition environnementale. Une étude réalisée à Barcelone, utilisant des données de modélisation des niveaux de dioxyde d'azote (NO₂), montre ainsi que le temps passé en transport entre la maison et le lieu de travail (6 % du budget-temps-activité) contribue à 24 % de la dose quotidienne de NO₂ inhalée.

Le développement d'initiatives de « science citoyenne » ou « d'observatoires citoyens » engageant des communautés de plus en plus nombreuses dans des activités de collecte et de transmission de données, représente également un moyen

de faire progresser les connaissances dans une ambiance de participation active à la vie de la cité, qui favorise la prise de conscience et les changements personnels.

Pour repérer les leviers d'action possibles à différents niveaux, les acteurs politiques peuvent s'appuyer sur un cadre conceptuel existant, qui constitue une base nécessitant d'être complétée par les résultats de futurs travaux de recherche. Ce cadre, qui répond à l'acronyme DPSEEA pour « *Driving force, Pressures, State, Exposures, Effects, Actions* », place les différents facteurs (par exemple la croissance démographique et économique et la politique de développement urbain et des transports au rang des « *driving force* ») sur une chaîne logique de cause à conséquence jusqu'aux effets sanitaires néfastes pour la population.

La mortalité prématurée et les années de vie en bonne santé perdues en raison de maladies chroniques (affections respiratoires, cardiovasculaires, diabète de type 2, cancers, maladies neurodégénératives) sont un fardeau pour les sociétés des pays les plus avancés (sur lesquels cet article est focalisé du fait de l'origine de la littérature consultée, son discours étant généralisable). Les facteurs de risque environnementaux de ces maladies sont accessibles à des mesures préventives ou correctives. L'objectif d'une ville de demain plus verte, sociale, active et saine nécessite une mobilisation multisectorielle pour une action globale. Le rapprochement entre les scientifiques et les politiques est indispensable, mais aussi entre les différents services et départements en charge de la conception et de la gestion d'une ville (architecture, urbanisme, paysagisme, mobilité et transports, parcs et espaces verts, etc.) qui ne travaillent parfois pas suffisamment ensemble.

COMMENTAIRES

Les relations entre l'environnement et la santé dépassent largement les liens simples entre des facteurs de risque et des maladies. Nos villes constituent des systèmes particulièrement complexes où l'environnement physique, chimique, biologique et social interagit avec la santé des citoyens en les soumettant à des stress multiples, mais en leur offrant aussi des protections et des opportunités inédites. Chaque projet, chaque opération

d'urbanisme peut modifier ces équilibres en améliorant ou en dégradant la santé, et parfois en faisant les deux à la fois selon les sous-groupes de population (ce qui peut conduire à une réduction ou à une aggravation des inégalités) ou selon les différents types d'effets considérés (le développement de l'usage de la bicyclette par exemple peut réduire l'obésité et les maladies qui lui sont liées et augmenter l'incidence des traumatismes).

Dès lors, l'utilité pour les décideurs et pour les citoyens de pouvoir anticiper ces conséquences pour retenir les compromis les plus favorables devient évidente. La ville de Paris, à travers son plan santé environnement, entend développer des démarches d'évaluation des impacts sur la santé de projets aussi divers que la tenue des Jeux olympiques, l'aménagement des places et

des portes, la piétonisation des voies sur Berges. Les concepts, les modèles, les technologies (exposome, DPSEEA, capteurs individuels, applications smart-phones) présentés dans cet article sont des outils utiles, mais sans doute encore insuffisants pour apprivoiser totalement cette complexité.

Georges Salines

Publication analysée : Nieuwehuijsen M. Urban and transport planning, environmental exposures and health-new concepts, methods and tools to improve health in cities. *Environ Health* 2016; 15(Suppl 1): 38.

doi: 10.1186/s12940-016-0108-1

Center for Research in Environmental Epidemiology (CREAL), Barcelone, Espagne.

BÉNÉFICES DES MODES DE DÉPLACEMENT ACTIFS *VERSUS* RISQUES DE L'EXPOSITION À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Analyse rédigée par Laurence Nicolle-Mir – Vol 15 n° 5 – Septembre-Octobre 2016

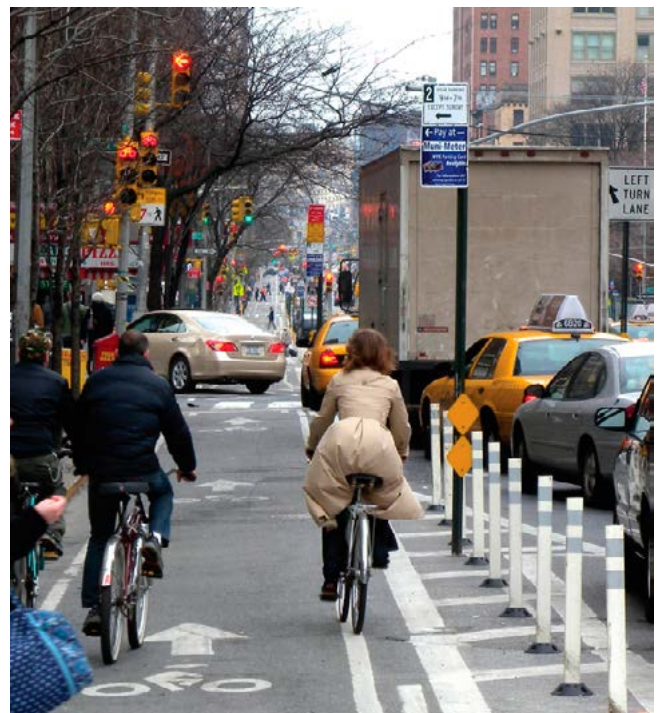
Montrant que la réduction du risque de mortalité toutes causes liée aux déplacements à pied ou à vélo excède pratiquement toujours l'augmentation du risque due à une plus forte inhalation de particules fines, cet exercice de modélisation justifie la promotion des modes de déplacement actifs en zone urbaine. Seule la pratique du vélo peut s'avérer dangereuse dans un petit nombre de villes parmi les plus polluées du monde.

This modelling study shows that the reduced risk of all-cause mortality linked to walking or cycling almost always outweighs the higher risk from increased inhalation of fine particulates and justifies promoting active travel modes in urban areas. Cycling might however be dangerous in a small number of the world's most polluted cities.

Quelques évaluations d'impact sur la santé ont précédemment montré que les bienfaits de l'activité physique occasionnée par des déplacements à pied ou à vélo surpassaient de loin les effets sanitaires négatifs d'une augmentation de l'exposition à la pollution atmosphérique. Ces études concernent généralement des villes de pays très développés dans lesquelles les niveaux de pollution de fond sont relativement bas, ce qui laisse entière la question de la balance bénéfico-risque des modes de déplacement actifs dans des environnements fortement pollués. Reste-t-elle positive quel que soit le niveau de pollution ou faut-il déconseiller la marche et le vélo à partir d'un certain seuil ?

APPROCHE DU PROBLÈME

La littérature indique que la mortalité augmente continuellement avec la pollution atmosphérique, alors que la réduction du risque de mortalité liée à la pratique d'une activité physique, initialement marquée, s'estompe avec l'augmentation de son intensité. L'allure différente des relations dose-réponse – linéaire pour la pollution et curvilinéaire pour l'activité physique – suggère que la combinaison des effets de la pollution et de l'activité physique détermine deux seuils. Au premier (« point de basculement »), le bénéfice maximal de l'activité est atteint : le risque relatif (RR) de mortalité est au plus bas possible tenant compte de la pollution. Augmenter la dose d'activité physique entraîne l'inversion de la pente de la courbe qui remonte jusqu'au point où les effets néfastes de la pollution annulent les bénéfices de l'activité (RR égal à 1).



Passé ce « point de rupture », l'augmentation de l'activité est délétère.

Les auteurs de cet article ont recherché ces deux points par modélisation informatique à travers une large gamme de niveaux de concentration de $PM_{2.5}$ (de 5 à 200 $\mu g/m^3$) et de temps d'activité physique (de 0 à 16 h par jour de marche ou de vélo). Les particules fines représentent l'indicateur de pollution atmosphérique urbaine habituellement choisi pour les évaluations d'impact sur la santé. La fonction dose-

réponse utilisée était une augmentation de 7 % du risque de mortalité toute cause par incrément de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en référence à la publication de l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2014). Pour l'activité physique, les auteurs ont travaillé avec une fonction « médiane » entre les extrêmes linéaire et courbe qui ont pu être rapportés dans la littérature, et effectué des analyses de sensibilité avec ces extrêmes. La valeur de l'équivalent métabolique (MET pour *Metabolic equivalent of task*) utilisée pour convertir le temps passé en déplacement en niveau d'intensité d'activité physique était de 4 pour la marche et de 6,8 pour le vélo. L'exposition aux

$\text{PM}_{2,5}$ durant l'activité a été estimée sur la base de la littérature existante, en multipliant respectivement par 1,1 (marche) et 2 (vélo) le niveau de concentration de fond des $\text{PM}_{2,5}$. Le scénario contrefactuel était un temps de repos à la maison. Un autre scénario dans lequel le temps passé à vélo remplaçait un temps de transport motorisé a été considéré pour une analyse de sensibilité. La conversion de l'exposition en dose inhalée a été effectuée avec des débits de ventilation de 0,27 (sommeil), 0,61 (repos), 1,37 (marche) et 2,55 (vélo). Le temps de sommeil était de 8 h dans tous les scénarios et le temps de repos était de 16 h moins le temps de déplacement actif.

BALANCE BÉNÉFICE-RISQUE GÉNÉRALEMENT POSITIVE

Pour une demi-heure de vélo par jour, le point de basculement est atteint à une concentration de $\text{PM}_{2,5}$ égale à 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Selon la base de l'OMS, qui rassemble les données de 1 622 villes, la concentration annuelle moyenne des $\text{PM}_{2,5}$ est supérieure à cette valeur dans moins de 1 % des villes. Le point de rupture est identifié à 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour une demi-heure de marche quotidienne, les deux seuils ne sont pas observés dans la fourchette des valeurs de $\text{PM}_{2,5}$ considérée (jusqu'à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Dans une ville où le niveau de fond est égal à 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondant à la valeur moyenne dans la base de l'OMS, il faudrait marcher pendant 16 h ou pédaler pendant 7 h pour atteindre le point de basculement. Dans le groupe des villes les plus polluées (fourchette de concentration des $\text{PM}_{2,5}$ allant de 44 à 153 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [à Delhi]), le point de basculement se situe entre 30 à 120 minutes par jour pour le vélo et 90 minutes à 6h15 min pour la marche. À Delhi, un déplacement en vélo de plus de 45 minutes augmente le risque de mortalité toutes causes.

Dans l'hypothèse où le temps à vélo remplace un temps de transport motorisé (au lieu d'un temps de repos à la maison), la balance bénéfice-risque est toujours positive, quelle que soit la durée du déplacement, jusqu'à un niveau de fond de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (une valeur supérieure concerne moins de 2 % des villes). Avec une relation dose-réponse linéaire entre l'activité physique et la mortalité, les effets négatifs de l'inhalation de particules fines dépassent les effets positifs de la pratique du vélo à partir d'une concentration de $\text{PM}_{2,5}$ égale à 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'opposé, quand une fonction très curvilinéaire est utilisée, le point de rupture se situe à 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une heure de vélo (contre 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avec la fonction dose-réponse « médiane »).

Ces modélisations indiquent que, dans la très grande majorité des situations, les effets négatifs de la pollution de l'air

n'annulent pas les effets positifs d'un mode de déplacement actif. Les études épidémiologiques, qui mettent en évidence des effets protecteurs de l'activité physique même dans des environnements très pollués, soutiennent ces résultats. Dans une ville où la concentration annuelle moyenne des $\text{PM}_{2,5}$ serait de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la co-influence des deux facteurs sur le risque de mortalité toutes causes se traduirait par un bénéfice net jusqu'à 10h30 min de marche par jour ou 1h15 min de vélo. Cette durée n'est dépassée que par une minorité de personnes comme des coursiers à vélo ou des conducteurs de vélotaxis.

Les auteurs soulignent que leurs simulations tiennent compte uniquement des conséquences sanitaires à long terme d'un exercice régulier et d'une exposition chronique aux $\text{PM}_{2,5}$. Les impacts d'épisodes de pollution au cours desquels les concentrations de $\text{PM}_{2,5}$ peuvent largement excéder le niveau de fond n'ont pas été considérés. Une autre limite de ce travail est l'absence d'évaluation des impacts sur la morbidité. Le choix du critère sanitaire s'est porté sur la mortalité toutes causes en raison du niveau de preuve élevé de son association avec l'exposition chronique aux $\text{PM}_{2,5}$ comme avec la pratique régulière d'une activité physique.

Publication analysée : Tainio M, de Nazelle A, Götschi T, *et al.* Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? *Prev Med*, 2016 ; 87: 233-6.

doi: 10.1016/j.ypmed.2016.02.002

UKCRC Centre for Diet and Activity Research, MRC Epidemiology Unit, University of Cambridge School of Clinical Medicine, Institute of Metabolic Science, Cambridge, Royaume-Uni.