

Les connexions et les implications pratiques

Pollution atmosphérique, climat et allergies

Dr méd. Massimiliano Fontana^{a*}, Prof. em. Dr méd. Brunello Wüthrich^{b*}

^a Servizio di Allergologia e Immunologia Clinica Ospedale Regionale di Mendrisio Beata Vergine;

^b Spécialiste en Dermatologie et Vénérologie, spécialiste en Allergologie et Immunologie clinique, Zollikerberg

* Les deux auteurs ont contribué à part égale à la réalisation de cet article



L'étiopathogénèse et l'épidémiologie des maladies allergiques sont particulièrement complexes. Pollution atmosphérique, changements climatiques et perte de la biodiversité constituent les principaux problèmes écologiques actuels.

Introduction

Une exposition excessive aux polluants atmosphériques peut nuire à notre santé. Le but de notre travail est d'analyser les interrelations entre pollution atmosphérique, changements climatiques et allergies. 40% de la population suisse, c'est-à-dire trois millions de personnes, vit dans des régions densément peuplées ou le long de routes à trafic intense et inhale régulièrement trop de poussières fines. Les valeurs limite fixées dans l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) sont souvent dépassées, parfois même de façon massive (Office fédéral de l'environnement [OFEV] 2015). En Suisse, on estime que 3300 décès prématurés chaque année surviennent à cause de la pollution atmosphérique (Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports [DDPS]). Les conséquences les plus fréquentes sont les maladies des voies respiratoires (bronchite, asthme, augmentation de la fréquence de la pollinose) et les maladies cardiovasculaires.

Nous analysons d'abord les différentes données concernant l'épidémiologie de l'allergie aux pollens, en augmentation continue dans les pays industrialisés y compris la Suisse depuis les années 60, tout en démontrant les différentes causes comme les changements climatiques (effet de serre) et la pollution atmosphérique (en particulier celle due aux poussières fines, favorisée en partie par l'augmentation du trafic motorisé et en particulier les moteurs diesel). Différentes études ont démontré que les polluants atmosphériques exercent un effet tant sur les plantes et le pollen libéré que sur l'organisme humain, au niveau du système immunitaire (sensibilisation accrue aux pneumallergènes, en particulier due aux particules diesel) et du tractus respiratoire, aussi

bien chez les personnes souffrantes d'asthme et de pollinose que chez des individus sains.

Pollinose et effet de serre

Aujourd'hui il ne subsiste aucun doute que depuis les années soixante on assiste à une augmentation continue de la pollinose dans les pays industrialisés, comme cela a aussi été démontré par différentes études épidémiologiques conduites en Suisse: en 1926 sa fréquence était de 0,82%, en 1958, de 4,8%, en 1985, de 9,6% et enfin l'étude SAPALDIA («Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults») rapporte une fréquence entre 14,2% («self-reported hayfever») et 11,2% (diagnostic confirmé autant par le médecin que par les tests allergologiques – positivité du Prick test et IgE spécifiques aux pollens de graminées, bouleau, armoise et pariétaire). Une augmentation semblable a été relevée chez les écoliers âgés de 15 ans à Genève avec une augmentation de 4,4% en 1968, à 6,1% en 1981 et à 11,3% en 1994 dans le cadre de l'étude SCARPOL («Swiss Study on Childhood Allergy and Respiratory Symptoms with Respect to Air Pollution»). Cette dernière a démontré, chez les écoliers de 7, 9 et 11 ans, une prévalence augmentée de respectivement 7,5%, 12,7% et 17,0%, avec une nette prédisposition pour le sexe masculin (prévalence de presque 20% à l'âge de 15).

Un cofacteur important pour l'augmentation de la pollinose est à rechercher dans l'augmentation de la température atmosphérique, spécialement au cours des mois d'hiver (effet de serre). Selon MétéoSuisse la température moyenne durant la période hivernale a augmenté de 1,5°C de 1864 à 2003; depuis 1970 il n'y a plus eu d'hiver froid et à partir des années 1987–88 une forte



Massimiliano Fontana



Brunello Wüthrich

hausse de la moyenne de la température hivernale a été constatée [1]. Le réchauffement climatique a des conséquences sur la libération des pollens dans l'atmosphère: anticipation du début de la pollinisation, prolongement de la saison pollinique, augmentation de la quantité de pollens, développement de la flore rudérale (mauvaises herbes), déplacement en altitude de la végétation et augmentation de la dissémination de plantes qui aiment les températures chaudes [2]. De 1982 à 2002 il a été remarqué une anticipation de la pollinisation du bouleau entre 16 (Bâle) et 20 jours (Zurich) et du frêne entre 20 (Zurich) et 30 jours (Neuchâtel); la quantité de pollens émise a augmenté à Bâle de 1969 à 1995 de deux fois pour le bouleau, deux fois et demie pour les graminées et de quatre fois pour le noisetier [3]; ainsi, même au nord du Gotthard, la saison pollinique débute déjà au cours des mois d'hiver.

En raison de réactions croisées bien connues entre certains allergènes des pollens, en particulier Bet v 1 (allergène majeur du bouleau) et des aliments comme les noix et différents fruits et légumes, il a aussi été constaté une augmentation des allergies alimentaires, avec comme symptôme principal le syndrome oral croisé («oral allergy syndrome»). Ces réactions croisées pollens-aliments peuvent aussi conduire – quoique rarement – à une réaction anaphylactique.

Plus fréquent dans les villes à trafic intense

De 1990 à 2002 on a assisté à une énorme augmentation tant des kilomètres parcourus en moyenne par personne que du nombre de véhicules motorisés en circulation. Des études effectuées au Japon, en Allemagne, dans d'autres pays européens et aussi l'étude suisse SAPALDIA démontrent clairement que la fréquence de la pollinose et la sensibilisation aux pollens est nettement plus importante dans les zones à trafic intense que dans les régions agricoles ou de montagne. Afin de mieux expliquer l'interaction entre pollinose et pollution atmosphérique nous allons analyser brièvement les divers agents de pollution anthropogènes et leurs immissions qui constituent la «pollution de l'air».

Polluants atmosphériques

Dans l'air il existe des nombreux polluants, qui peuvent être distingués entre primaires et secondaires. Les polluants primaires sont émis tels quels dans l'air par les activités humaines sans subir de modifications (polluants anthropogéniques). Les polluants secondaires par contre se forment dans l'atmosphère lors de réactions chimiques à partir d'autres substances, en particulier des polluants primaires.

Les polluants primaires peuvent provenir de diverses sources comme les installations à combustion ou le trafic. Parmi les gaz émis par les installations à combustion il y a l'anhydride sulfureux (SO₂), tandis que le trafic est responsable entre autres des émissions d'oxydes d'azote (NOx). Un exemple typique de polluant secondaire est l'ozone (O₃) troposphérique, qui se forme sous l'influence du rayonnement solaire à partir d'autres polluants (dioxyde d'azote et composés organiques volatils [COV]). Il existe aussi des polluants qui peuvent être d'origine en partie primaire et en partie secondaire comme les poussières (ou particules) fines. Les particules se caractérisent surtout sur la base de leur dimension (l'étude de leur composition en est à ses débuts).

La pollution provoquée par le SO₂ provoque aujourd'hui peu de problèmes; grâce aux interventions effectuées, les émissions de ce polluant sont actuellement bien au-dessous des limites imposées par l'OPair. La situation est différente en ce qui concerne les oxydes d'azote, parmi les principaux polluants atmosphériques, qui aujourd'hui encore provoquent des problèmes considérables avec des valeurs dépassant souvent la limite fixée par l'OPair (30 µg/m³), surtout dans les villes et le long des principaux axes routiers. La situation est analogue pour l'ozone, dont les valeurs limite sont régulièrement dépassées dans plusieurs parties du pays. Au Tessin (transit de six millions d'automobiles et d'un million de camions par année), pendant la période estivale, les valeurs limite journalières sont très souvent dépassées.

Les poussières fines sont donc aujourd'hui encore un problème, leurs valeurs excèdent les valeurs limite prévues et ce problème va perdurer encore longtemps.

Poussières fines et ultrafines

Par le terme «poussières fines» sont définies des particules suspendues dans l'air de dimension, densité, composition et réactivité très variables. Elles peuvent être aussi bien d'origine naturelle qu'artificielle. Les poussières fines sont caractérisées surtout sur la base de leur dimension. Se distinguent les PM₁₀, avec dimension <10 µm, également dites poussières inhalables car en mesure de pénétrer dans les poumons. Parmi celles-ci, les poussières de diamètre >2,5 µm sont dites «grossières», les poussières fines étant définies avec un diamètre <2,5 µm. Les PM_{2,5} sont ainsi en mesure de pénétrer dans les alvéoles pulmonaires, les PM₁ et les particules ultrafines (ou nanoparticules, avec diamètre <100 nm, PM_{0,1}) sont en mesure de traverser la fine barrière air-sang pour ensuite rejoindre la circulation sanguine et diffuser vers divers organes, pénétrant même dans les cellules jusqu'à leurs

noyaux [4]. Par comparaison, les grains de pollen aéroportés ont un diamètre qui varie entre 10 et 100 μm selon les espèces. L'OPair fixe une valeur limite annuelle (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et journalière (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour les PM10 et, depuis le 1. Juin 2018, également pour les PM2,5 (limite annuelle moyenne de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Dans l'Union européenne il existe aussi une valeur limite moyenne annuelle pour les PM2,5 de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) propose à son tour une valeur limite annuelle correspondant à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et une valeur maximale journalière égale à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le nombre de particules ultra-fines est un autre paramètre important et significatif pour la santé qui n'a cependant jusqu'à maintenant pas encore fait l'objet d'une réglementation.

Les poussières fines sont formées de particules provenant de différentes sources, soit naturelles (matériaux géologiques et biologiques, etc.) soit anthropiques (ex. suie, poussières dues à l'abrasion et à la combustion) et leur composition peut être très variée.

Les poussières les plus grossières sont issues principalement de sources comme l'abrasion provoquée par le trafic (pneumatiques), les installations de chauffage, l'agriculture, les tempêtes et les éruptions volcaniques. Les particules les plus fines sont issues par contre principalement de procédés de combustion industrielle, de processus d'abrasion et surtout du trafic. Les nanoparticules sont plus strictement liées aux gaz d'échappement des moteurs diesel et peuvent transporter, adsorbés à leur surface, des oxydes métalliques provenant de l'abrasion des moteurs, des additifs et des substances cancérigènes. Cette caractéristique les rend particulièrement dangereuses. De plus, contrairement aux PM10, qui sont souvent relativement uniformes dans un vaste secteur, la concentration des particules ultrafines peut changer rapidement.

Effets sur les patients asthmatiques et affectés de rhinite

Les polluants atmosphériques (NOx, PM10, particules issues de la combustion du diesel) peuvent aggraver l'asthme, augmenter le nombre de crises et diminuer le degré de contrôle sous traitement, comme démontré dans différentes études [5]. De plus, la pollution locale augmente l'incidence de l'asthme chez les enfants et vraisemblablement aussi chez les adultes [6]. Les enfants sont particulièrement sensibles à la pollution atmosphérique. Une étude conduite au Tessin [7] a mis en évidence que chez quelques enfants, après un effort modéré, la fonction pulmonaire était diminuée de 30% avec des valeurs d'ozone de 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite d'im-

sion: 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En Californie, les chercheurs ont remarqué une augmentation des cas d'asthme chez les enfants de zones résidentielles avec présence élevée d'ozone. Des études récentes indiquent par ailleurs que les enfants vivant à proximité d'autoroutes ou d'artères à grand trafic souffrent plus fréquemment de maladies des voies respiratoires. Dans l'étude SCARPOL, la corrélation la plus stricte a été retrouvée pour les poussières fines (PM10): les «odds ratios» pour la toux chronique, la toux sèche nocturne et la bronchite entres les régions les plus et le moins polluées par les PM10 étaient respectivement 3,07 [95% CI: 1,62 à 5,81], 2,88 [95% CI: 1,69 à 4,89] et 2.17 [95% CI: 1,21 à 4,89]. Cette étude suisse démontre une fois de plus que la fréquence des affections respiratoires chez les enfants s'accroît avec l'augmentation des niveaux de pollution atmosphérique même dans des régions de Suisse peu polluées [8]. L'exposition à la pollution atmosphérique pendant la première année de vie semble accroître le risque de sensibilisation. Cependant, une large méta-analyse récente [9] n'a pas montré d'association claire entre exposition aux polluants et développement d'une sensibilisation allergique jusqu'à l'âge de 10 ans. Chez les personnes souffrant de rhinoconjonctivite pollinique, les polluants augmentent l'intensité des symptômes.

Il est alors plus qu'évident, depuis quelques années, qu'il existe une nette association entre polluants atmosphériques, climat et allergies respiratoires [10].

Effets spécifiques – cofacteurs de l'augmentation des allergies respiratoires

Influence sur les plantes

Selon des études effectuées à Vienne, le «stress environnemental» (trafic motorisé) exercé sur les plantes (bouleaux) provoque chez elles une modification du spectre protéique de la biomasse végétale et la libération de protéines de stress (dont Bet v 1, l'allergène majeur du pollen de bouleau). Ainsi, même sans émission de pollen l'atmosphère est chargée en allergènes [11] qui favorisent la sensibilisation chez les sujets atopiques ou provoquent des réactions allergiques auprès des patients allergiques aux pollens de bouleau, même si ces derniers ne sont pas présents dans l'air inhalé.

Influence sur les pollens

A leur tour, les polluants atmosphériques (O₃, NO₂ et CO) modifient la surface des pollens (nitrification) tout en facilitant ainsi la libération de protéines modifiées qui stimulent le système immunitaire. Les polluants, y compris les poussières fines, facilitent la libération

Correspondance:
Dr méd.
Massimiliano Fontana
Schweizerische Gesellschaft
für Allergologie und
Immunologie
Klinische Fachkommission
Scheibenstrasse 20
CH-3000 Bern 22
Fontana[at]jeoc.ch

d'allergènes dans l'air, comme démontré par deux groupes scientifiques. Les polluants provoquent aussi un fractionnement des pollens, de telle sorte que les allergènes sont présents dans l'atmosphère même sans la présence de pollens [12, 13] dans l'air (ont été évoqués des débris de grains de pollens déchirés, sous forme de granules d'amidon) et dans les zones de la ville de Zurich avec un taux élevé de pollution on démontre un fractionnement accru des pollens comparé aux zones peu polluées. Les pollens des zones polluées sont recouverts de substances nocives, qui altèrent leur contenu allergénique et peuvent en renforcer l'effet.

Influence sur l'homme

Les polluants provoquent une irritation et une atteinte des muqueuses respiratoires et favorisent ainsi l'apparition de maladies respiratoires et la sensibilisation chez les sujets atopiques. Il existe une corrélation entre l'émission de pollen, le taux d'ozone et de poussières inhalables et les symptômes respiratoires chez les patients allergiques.

Les particules diesel sont très nuisibles chez les sujets avec prédisposition génétique (atopie), car elles ont une influence directe sur le système immunitaire: capacité augmentée de sensibilisation (formation plus précoce des IgE spécifiques) et intensité augmentée de la sensibilisation (niveau des IgE spécifique augmenté et persistant), comme démontré par des chercheurs japonais déjà à la fin des années quatre-vingt. Les particules diesel favorisent les manifestations allergiques puisque les allergènes adhèrent aux particules inhalées et sont ainsi présentés aux cellules immunitaires.

Influence des particules fines sur les pollens et sur l'homme

Des études récentes ont démontré que sous l'action des particules fines les pollens présentent une synthèse accrue des «pollen associated lipid mediators» (PALM).

Les PALM sont des substances pro-inflammatoires très puissantes qui ont les caractéristiques des leucotriènes. Dans les muqueuses respiratoires, les PALM activent les cellules inflammatoires (neutrophiles, éosinophiles) qui à leur tour libèrent des médiateurs inflammatoires. Les PALM favorisent en outre dans les muqueuses la présentation de l'allergène aux cellules dendritiques, qui stimulent à leur tour les cellules T avec en conséquence une réponse Th2: production augmentée d'anticorps IgE (via IL4) et d'éosinophiles (via IL5).

Conclusions

Un article de revue a été récemment consacré aux effets de la pollution atmosphérique sur la santé dans cette même revue [14]. Nous conseillons également la lecture de deux articles de revue récents [15, 16]. Notre but était spécifiquement l'analyse des connexions complexes entre pollution, changements climatiques et allergies. L'effet de serre et les polluants atmosphériques sont d'importants co-facteurs pour l'exacerbation des allergies respiratoires.

Etiopathogenèse et épidémiologie des maladies allergiques sont bien entendu fort complexes et dépendantes d'un nombre important d'autres paramètres (génétique, alimentation, infections, tabagisme, exposition professionnelle par exemple) dont la discussion approfondie sort du but que cet article se préfixe. Toutefois, sur la base de ce qui vient d'être exposé ci-dessus, il n'est plus possible de nier aujourd'hui la nette association entre polluants atmosphériques, climat (effet de serre) et allergies respiratoires et cela à différents niveaux comme un calendrier de pollinisation plus précoce, le prolongement de la période de pollinisation, l'augmentation des quantités de pollens et le stress sur les plantes avec par conséquence une libération accrue d'allergènes dans l'environnement. Le fractionnement des pollens provoque l'augmentation de la présence d'allergènes inhalables (les pollens intacts s'arrêtent sur les muqueuses nasales), les pollens «pollués» libèrent plus facilement les allergènes et des substances pro-inflammatoires, en particulier des particules diesel, favorisent et potentialisent la sensibilisation allergique IgE-médiée.

Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants au Dr Bernard Clot, Biométéorologie, Météosuisse, pour sa lecture critique du manuscrit ainsi que pour ses précieuses remarques et suggestions.

Disclosure statement

Les auteurs n'ont déclaré aucun lien financier ou personnel en rapport avec cet article.

Références

La liste complète des références est disponible dans la version en ligne de l'article sur <https://doi.org/10.4414/fms.2019.08346>.

L'essentiel pour la pratique

- La pollution atmosphérique issue du trafic est clairement en mesure de favoriser les exacerbations aiguës d'asthme et de décroître les valeurs de tests de fonctionnalité pulmonaire.
- La pollution atmosphérique peut favoriser le développement de sensibilisations et pathologies allergiques respiratoires et même alimentaires.
- Il existe une association entre polluants atmosphériques, climat (effet de serre) et allergies respiratoires et cela à différents niveaux comme un calendrier de pollinisation plus précoce et prolongé, l'augmentation des quantités de pollens et le stress sur les plantes avec par conséquence une libération accrue d'allergènes dans l'environnement.
- Politique et économie devraient tenir compte de ces facteurs.