

La résistance aux antibiotiques se transmettrait... par la pollution de l'air

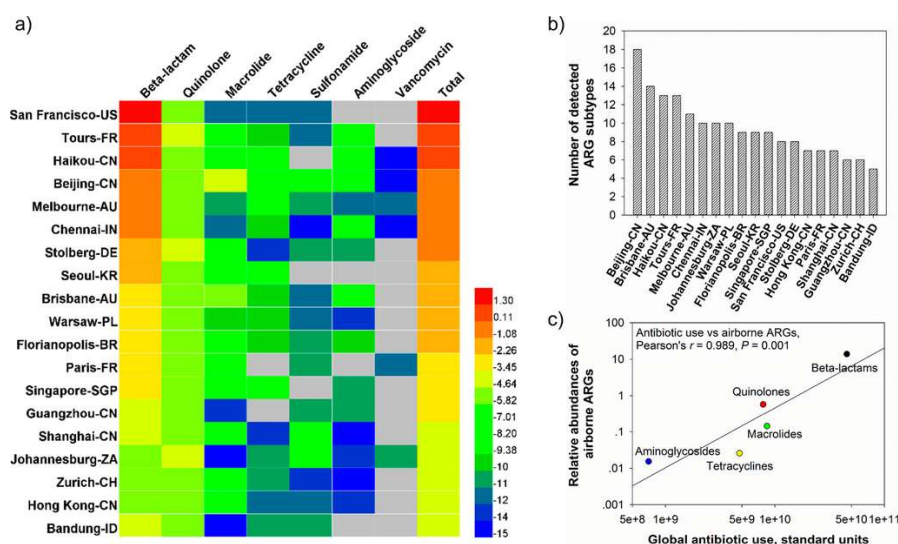
L'air vicié des grandes villes mondiales n'est pas seulement nocif pour nos poumons. Il contient aussi des éléments génétiques susceptibles de propager des bactéries résistantes aux antibiotiques. Des gènes que l'on trouve à des niveaux de concentration inquiétants, y compris en France.

La pollution urbaine liée aux particules fines tue chaque année sept millions de personnes dans le monde, selon l'Organisation mondiale de la santé. Ces particules, en s'insérant dans les organes du corps via les alvéoles pulmonaires, seraient notamment en cause dans 29 % des morts par cancer du poumon, 25 % par accident vasculaire cérébral (AVC) et 43 % des maladies pulmonaires chroniques obstructives. Mais l'air pollué contient un autre grave danger largement sous-estimé : des gènes de bactéries résistantes aux antibiotiques.

Certaines bactéries résistantes ont en effet la capacité de se transmettre leur matériel génétique par transfert horizontal de gènes (entre deux bactéries non parentes), ou via des éléments génétiques mobiles comme les intégrons, les transposons, les plasmides ou les prophages. À travers ces mécanismes, des morceaux d'ADN s'insèrent dans n'importe quelle bactérie (y compris celles naturellement présentes dans notre corps) pour lui conférer une résistance aux antibiotiques. Et ce qui est préoccupant, c'est que ces gènes de résistance (ARG, en anglais) se baladent dans l'air, particulièrement celui pollué de nos villes, comme l'atteste une nouvelle étude parue dans la revue *Environmental Science & Technology* ce 25 juillet 2018.

Tours plus exposé que Hong Kong

Les chercheurs ont analysé l'air de vingt grandes villes (San Francisco, Paris, Zurich, Hong Kong, Pékin, Séoul...) pour y détecter la présence de 39 gènes de résistance à sept grands types d'antibiotiques. Résultat, San Francisco est la ville la plus « contaminée » avec une concentration en ARG 100 fois supérieure à celle de Bandung, en Indonésie. Plus étonnant, Tours, en France, est classée deuxième alors que Hong Kong, supposée plus polluée, est avant-dernière. Pékin est, elle, la ville avec la plus grande diversité de gènes résistants, avec 18 types d'ARG détectés, contre treize pour la ville de Tours ou six pour Zurich. Particulièrement alarmant, des gènes résistants à la vancomycine, pourtant considéré comme l'un des antibiotiques les plus puissants, ont été détectés dans l'air de cinq grandes villes dont Pékin, Paris et Johannesburg.



La quantité de gènes résistants aux antibiotiques est la plus élevée à San Francisco et à Tours (figure a), tandis que le plus grand nombre de sortes de gènes a été mesuré à Pékin et à Brisbane en Australie (figure b). © Jing Li at al., *Environmental Science & Technology*.

La quantité de gènes résistants aux antibiotiques est la plus élevée à San Francisco et à Tours (figure a), tandis que le plus grand nombre de sortes de gènes a été mesuré à Pékin et à Brisbane en Australie (figure b). © Jing Li at al., Environmental Science & Technology.

Les hôpitaux, les élevages et les eaux usées incriminés

Cette pollution d'un nouveau genre provient notamment des activités humaines, comme les hôpitaux, les usines de traitements d'eau usée, l'élevage intensif ou l'agriculture, des endroits où l'on utilise beaucoup d'antibiotiques, ce qui favorise les bactéries résistantes. Le niveau particulièrement élevé de contamination à San Francisco pourrait ainsi s'expliquer par une forte consommation d'antibiotiques dans les hôpitaux de la ville et en l'absence de filtration des émissions adéquates de ces établissements, suggère Maosheng Yao, un des auteurs de l'étude.

Ces bactéries résistantes trouvent dans la pollution un environnement favorable à leur propagation, les particules fines en suspension permettant aux microbes transportant les éléments génétiques mobiles de s'y « accrocher ». Les chercheurs ont également constaté que la concentration en ARG est significativement plus élevée en été, où la pollution a tendance à stagner en ville.

Une pollution biologique largement méconnue

Pour les auteurs de l'étude, il est essentiel de prendre conscience de cette nouvelle pollution. « Jusqu'ici, on se limite à mesurer l'ozone ou les particules fines, sans prendre en compte les éléments biologiques », met en garde Maosheng Yao. La dissémination de l'antibiorésistance par l'air représente pourtant une vraie menace pour la santé humaine, insiste le scientifique. En Europe, 25.000 personnes décèdent chaque année de la résistance aux antibiotiques, selon le Centre européen de contrôle des maladies (ECDC). Et les règles d'hygiène habituelles semblent bien impuissantes face à la contamination aérienne.

Ce qu'il faut retenir

L'air pollué des grandes villes est un moyen important de dissémination des gènes de résistance aux antibiotiques.

San Francisco et Tours sont les deux villes les plus polluées par ces gènes.

Il devient urgent de mesurer cette pollution biologique au même titre que celle des particules fines ou de l'ozone.

Pour en savoir plus

La résistance aux antibiotiques se répand rapidement

Article de Claire Peltier publié le 13/04/2011

La résistance aux antibiotiques peut se propager rapidement au sein de la communauté bactérienne, et même entre différentes espèces. Les plasmides, ces morceaux d'ADN qui renferment les gènes de résistance, sont en effet transmis facilement d'une bactérie à l'autre.

La résistance des bactéries aux antibiotiques est l'un des enjeux majeurs de ce début de XXI^e siècle. Si de plus en plus de microorganismes deviennent résistants aux antibiotiques les plus couramment utilisés, certains deviennent même des superbactéries, du fait de leur capacité à résister à tous les antibiotiques actuellement connus.

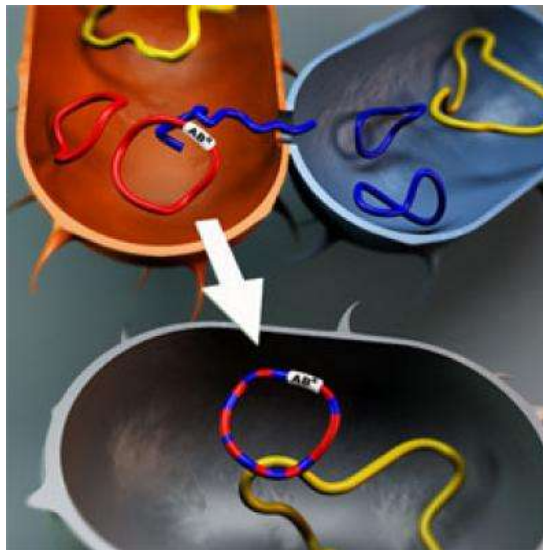
Les scientifiques savent déjà que ce problème vient pour une grande part de la mauvaise utilisation des antibiotiques par les médecins, qui les prescrivent parfois à tort, ou par les patients, qui ne suivent pas correctement le traitement. Mais les bactéries elles-mêmes ont développé des astuces pour résister aux antibiotiques et surtout pour partager leurs résistances en les offrant généreusement à leurs homologues.

Des gènes de résistance sur un ADN mobile

Pour résister à des molécules dangereuses pour elles, les bactéries ont acquis ce que l'on appelle des « gènes de résistance ». Ce sont des morceaux d'ADN codant pour des protéines qui pourront contrecarrer l'action de ces substances étrangères et nocives. Puisqu'il existe plusieurs familles d'antibiotiques, agissant de façons différentes, il existe également différentes sortes de protéines protectrices. Certaines dégradent la molécule, d'autres encore l'empêchent de pénétrer dans la cellule ou d'agir sur la cible...

Ces différents gènes, qui ne sont pas essentiels à leur survie dans la nature, ne sont pas à proprement parler situés dans le génome. Ils prennent place sur un petit morceau d'ADN circulaire, que l'on appelle plasmide, contenu dans la cellule à côté du chromosome bactérien. Bien qu'il soit répliqué par la machinerie cellulaire, à l'image du chromosome, le plasmide s'en différencie car il peut être transmis à d'autres bactéries par transfert horizontal.

Le mécanisme de conjugaison permet de transférer de l'ADN plasmidique circulaire entre deux cellules non parentes, et donc de transmettre des gènes de résistance aux antibiotiques. © Björn Norberg



Le mécanisme de conjugaison permet de transférer de l'ADN plasmidique circulaire entre deux cellules non parentes, et donc de transmettre des gènes de résistance aux antibiotiques. © Björn Norberg

Comment le plasmide passe d'une bactérie à l'autre ? Par un pont

Opposé au transfert vertical, qui correspond à la transmission du patrimoine génétique de la cellule mère aux cellules filles, le transfert horizontal s'effectue entre deux bactéries non parentes. Si plusieurs mécanismes de transfert existent (dont la transduction et la transformation), l'un d'eux, le mécanisme de conjugaison, s'effectue grâce à la formation d'un pilus, une sorte de pont qui relie les deux cellules. Un seul des deux brins du plasmide circulaire (qui est un ADN double brin) est clivé afin qu'il circule sous forme linéaire à l'intérieur du pilus pour atteindre le cytoplasme de la cellule acceptrice. Arrivé à destination, le deuxième brin de l'ADN plasmidique simple brin est synthétisé et recircularisé, un mécanisme qui s'opère également dans la cellule donneuse.

Les gènes de résistance peuvent ainsi se transmettre rapidement d'une bactérie à l'autre, mais on ignorait encore jusqu'à quel point. Pour comprendre l'étendue de ces transmissions, des scientifiques

de l'Université de Göteborg ont analysé les séquences de différents ADN plasmidiques retrouvés dans une variété de bactéries, grâce à des techniques couramment utilisées pour évaluer l'évolution des espèces.

Le plasmide se modifie pour s'adapter à une nouvelle bactérie

Ils se sont ainsi intéressés particulièrement au plasmide IncP-1, très répandu, dont 25 séquences ont été comparées. Selon les résultats parus dans la revue Nature Communications, ils ont constaté que les plasmides possèdent des séquences différentes, adaptées à celles des bactéries dans lesquelles ils sont retrouvés. Ainsi, les plasmides accumulent des mutations pour s'adapter à des espèces bactériennes très différentes. Les chercheurs ont également mis en évidence la présence de recombinaisons, au point de mener à l'obtention de plasmides puzzles, qui contiennent des morceaux de plasmides de différentes origines.

« C'est pourquoi il importe peu dans quel environnement, dans quelle partie du monde ou dans quelle espèce bactérienne la résistance apparaît. Les gènes de résistance peuvent être transportés relativement facilement de l'environnement original à la bactérie qui infecte les humains, au travers des plasmides IncP-1, ou d'autres plasmides aux propriétés similaires », explique Malte Hermansson de l'Université de Göteborg. Une découverte qui ne calmera vraisemblablement pas l'inquiétude du monde médical, en manque d'antibiotiques efficaces.

<https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/medecine-resistance-antibiotiques-transmettrait-pollution-air-29414/#xtor=RSS-8>