

## « L'exposition à l'environnement est une cause majeure de maladies humaines »

PAR JADE LINDGAARD  
ARTICLE PUBLIÉ LE MARDI 11 JANVIER 2022



Paolo Vineis. © Chaîne YouTube The Climate group

Des milliers de produits chimiques se trouvent dans l'environnement sans que l'on ne sache souvent les mesurer ni évaluer leurs impacts. C'est pourquoi des chercheurs ont créé la notion d'« exposome », focalisée sur l'exposition des organismes à ces substances. Entretien avec l'un de ses spécialistes en Europe, Paolo Vineis.

Inquiétude pour la qualité de l'air fin décembre après un incendie de déchets industriels à Saint-Chamas, au bord de l'étang de Berre (Bouches-du-Rhône) ; contamination de l'environnement jusqu'à 30 km de l'épicentre du sinistre après l'incendie de l'usine Lubrizol à Rouen, en 2019 ; rejets routiniers de substances radioactives dans les fleuves par les centrales nucléaires ; épisodes récurrents de pollution de l'air dans les grandes villes françaises, liés au trafic routier.

La présence de produits chimiques dans l'air et dans l'eau est un marqueur de nos civilisations industrielles contemporaines. Pourtant, leurs impacts sur les organismes vivants et sur la santé des humains restent peu connus. Pour pallier ce manque de savoir,

des chercheurs ont forgé il y a dix ans la notion d'exposome. Un colloque lui a récemment été consacré à Paris.



Paolo Vineis, lors du colloque sur l'exposome, le 30 novembre 2021 à Paris.

À cette occasion Mediapart a interviewé **Paolo Vineis**, à la tête de la chaire d'épidémiologie environnementale à l'Imperial College de Londres, où il dirige des recherches sur l'exposome et la santé, dans le cadre du projet EXPOsOMICS (**la vidéo de son intervention, en anglais, est visible ici**).

**Vous êtes un spécialiste d'épidémiologie environnementale, et à la tête d'un projet de recherche européen sur l'« exposome ». Que signifie cette notion et qu'apporte-t-elle à la compréhension des impacts des pollutions sur les organismes vivants ?**

**Paolo Vineis :** Cette notion a été forgée il y a une quinzaine d'années par Christopher Wild, directeur de l'Institut international de recherche sur le cancer (CIRC). Elle désigne deux phénomènes. D'abord, que l'exposition à l'environnement est une cause majeure des maladies humaines. Après beaucoup de recherches sur le génome (l'ensemble des chromosomes et des gènes d'un individu), on sait que seules 5 à 10% des maladies que nous développons sont d'origine génétique. Tout le reste est dû à l'environnement auquel on est exposé.

En dépit de cette réalité, les recherches pour mieux comprendre les effets des expositions à l'environnement sont moins développées que celles pour la recherche sur le génome. Christopher Wild a donc appelé à conduire plus de recherches sur ce qui pourrait s'appeler « l'exposome », en référence au génome. Cette expression a rencontré pas mal de succès en Europe et aux États-Unis – la Commission européenne a été la première à faire des

investissements en ce sens. Des bourses de recherche ont été créées et j'ai été l'un des premiers à en bénéficier **pour un projet intitulé « Exposomics »**.

L'idée avec cette notion d'exposome est donc de mieux évaluer les impacts de notre environnement sur nos corps et sur les maladies qui peuvent en découler. Pour cela, nous captions la présence de substances chimiques dans l'air ou dans l'eau, et nous les analysons avec de la spectrométrie de masse, une méthode qui utilise la chimie.

Mon collègue Leon Barron, de l'Imperial College à Londres, utilise une approche très intéressante en mesurant les substances chimiques présentes dans l'eau (*via* la spectrométrie de masse). Cela permet d'identifier les antibiotiques, pesticides, effluents chimiques d'usines... Cela donne une sorte de photographie de tout ce qui se trouve dans une rivière, et de ce qui se retrouve dans l'eau potable. C'est parti d'une enquête qui avait mesuré la présence de traces de drogues illicites— on se souvient que des traces de cocaïne avaient été trouvées dans les toilettes du Parlement britannique. Tout cela constitue ce qu'on appelle « *l'exposome externe* ».

Un autre aspect de l'exposome est d'enquêter sur ce qui se passe dans le corps : c'est « *l'exposome interne* ». On peut utiliser les mêmes méthodes, par exemple la spectrométrie de masse dans le sang ou l'urine, ce qu'on appelle en anglais « *metabolomics* », ou par la recherche des protéines (« *proteomics* »). En gros, il s'agit de chercher des changements dans les molécules qui se trouvent dans le corps afin de voir quels sont les effets de l'exposition à l'environnement. Ensuite, on essaie de voir quels liens peuvent être tracés entre ces changements internes et des maladies déclarées : asthme, maladie cardiovasculaires, cancer, etc.

**Biologie, chimie, médecine : plusieurs disciplines scientifiques sont mobilisées dans ces recherches. Lors d'un récent colloque à Paris, vous avez défendu l'idée d'« exposome social ». Pourquoi ?**

Cela vient de l'observation que les personnes de catégories socio-économiques défavorisées ont plus de risques de développer une maladie que les personnes privilégiées, et présentent un taux de mortalité

supérieur. Le différentiel d'espérance de vie peut atteindre 9 ou 10 ans entre les extrêmes socio-économiques.

Une partie de l'explication se trouve dans les comportements individuels. Les catégories sociales plus défavorisées fument plus. Mais ce n'est pas la seule explication. Michael Marmot, un chercheur en santé publique, pense que c'est lié au stress psychosocial, causé par les salaires trop faibles, la précarité de l'emploi, les conditions de vie. Cela est encore peu exploré scientifiquement. On ne sait pas pourquoi le statut socio-économique et les conditions de vie difficiles augmentent le risque de maladie et de mortalité.

J'ai donc sollicité des chercheurs en sciences sociales pour travailler ensemble et combler le vide séparant sciences sociales et sciences du vivant. Il existe une sorte de préjugé entre ces domaines : les chercheurs en sciences sociales ont tendance à ne pas s'intéresser à la biologie, pensant que les biologistes et les chercheurs en médecine sont réductionnistes et ramènent la réalité à des histoires de molécules. De leur côté, les chercheurs en médecine ont aussi des préjugés vis-à-vis des sciences sociales, pensant que cela flotte en l'air et que ce n'est pas concret.

Nous nous sommes appuyés sur le travail d'une chercheuse états-unienne, Nancy Krieger, professeure d'épidémiologie sociale, qui a forgé la notion d'« *incorporation* » (« *embodiment* »). Nous cherchons à comprendre comment le stress psychosocial, les problèmes de l'existence, les positions socio-économiques entraînent des changements biologiques.

Nous avons travaillé surtout sur l'épigénétique, qui est l'étude des changements dans l'activité des gènes qui n'impliquent pas de modification de l'ADN, et ce qu'on a appelé « *l'horloge génétique* ». C'est la mesure de « *l'accélération de l'âge* », une façon d'enquêter sur les étapes intermédiaires entre le stress psychosocial et les problèmes de santé, qui se manifestent par un phénomène d'accélération de l'âge biologique.

**Ces méthodes et ces recherches permettent-elles de progresser dans la compréhension des impacts de la pollution atmosphérique sur la santé ?**

Nous entendons souvent que plus de 4 millions de personnes meurent chaque année à cause de la pollution de l'air, selon les chiffres de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Mais il faut faire attention car il y a une énorme différence entre pays pauvres et pays riches. La pollution de l'air a beaucoup diminué dans les pays riches depuis 50 ans. Elle continue de se réduire, grâce aux progrès dans la technologie des moteurs à combustion, l'augmentation du nombre de contrôles, le renforcement des réglementations, la création de zones limitant la circulation automobile dans les villes. Cela ne signifie pas que cela suffit. La pollution de l'air contribue aussi aux dérèglements du climat.

Mais la situation est beaucoup plus dramatique dans les pays à faible revenu, où se concentre la majorité des morts de la pollution. Cela dit, nous avons travaillé sur la pollution atmosphérique avec des biomarqueurs et établi des preuves solides de ces impacts. Nous avons surtout mis en évidence des effets inflammatoires causés par la pollution de l'air, et des conséquences sur l'asthme, les maladies cardio-vasculaires et le cancer du poumon.

**Les réglementations environnementales établissent des seuils d'innocuité pour les substances toxiques autorisées : en deçà d'un certain seuil, ces produits chimiques ne seraient pas dangereux. Est-ce justifié scientifiquement ?**

C'est probablement la question la plus difficile sur les pollutions environnementales. Les seuils d'exposition sont en général basés sur des expériences réalisées sur des animaux. On les expose à des substances chimiques, on analyse ce qu'il se passe et à partir de cela, des niveaux de sécurité sont décidés. C'est une manière empirique d'établir des valeurs de seuil d'exposition.

Mais il y a aussi les observations épidémiologiques. Si vous regardez ce qui se passe avec des faibles niveaux d'exposition pour les produits cancérigènes, dans la plupart des cas, la relation est linéaire. Cela veut dire qu'il n'y a pas de seuil d'exposition en deçà duquel la substance n'a aucun effet. Le problème, c'est qu'il faut un très grand nombre de personnes pour

faire apparaître statistiquement l'existence de faibles impacts. Car si votre groupe de personnes est restreint, et les niveaux d'exposition bas, vous ne verrez que très peu de cas de cancer. Et vous ne pourrez pas en déduire une relation correcte et crédible entre la dose d'exposition et l'effet sur le corps.

Si vous prenez l'exemple du tabagisme, y compris du tabagisme indirect : la relation entre la dose et l'effet est linéaire. Être exposé à un faible niveau de tabac, même très faible, augmente le risque de cancer. Les raisons sont diverses : vous pouvez avoir une vulnérabilité génétique ou être exposé à d'autres substances par ailleurs. Par exemple, si vous êtes fumeur et que vous avez une inflammation chronique des poumons, si vous êtes exposé à autre chose, par exemple à de l'amiante, votre risque de cancer augmente.

Cela explique pourquoi être exposé à une faible ou même très faible dose de produits cancérigènes peut tout de même augmenter le risque d'une personne de développer un cancer. Nous sommes encore tout au début des recherches à ce sujet. Nous espérons obtenir des résultats sur le sujet des expositions à des substances multiples.

**L'air des pays riches est de moins en moins pollué par les gaz des voitures, du charbon et des usines mais n'y a-t-il pas de plus en plus de substances chimiques dans l'environnement ?**

Oui. Les chercheurs se sont concentrés sur un petit nombre de substances chimiques dans le passé. Aux États-Unis, ils parlent de « *legacy chemicals* », les produits chimiques dont on hérite, car ils sont réglementés depuis de nombreuses années par l'Agence de protection de l'environnement, l'EPA. Ce sont les PCBs, l'amiante, ou plus récemment les PFAS. Mais la capacité de les mesurer dans l'environnement, et encore plus de les mesurer dans le corps, était limitée.

C'est probablement l'un des principaux objectifs de la recherche sur l'exposome. Nous savons qu'il y a des milliers de produits chimiques dans l'environnement. D'où viennent-ils ? Cela pose notamment la question des mouvements transnationaux des produits

chimiques. Ils passent les frontières dans l'air. Par exemple, les centrales à charbon en Pologne polluent l'air du reste de l'Europe. Il y a des raisons de soupçonner que des produits chimiques présents dans l'air européen proviennent de Chine et voyagent dans l'air ou même *via* des biens importés.

Comment détecter ces substances ? Cela fait partie des sujets sur lesquels la connaissance pourrait s'améliorer, grâce à l'usage de capteurs en extérieur et de mesures à l'intérieur du corps. En résumé, sur la plupart de ces substances, on sait très peu de choses.

## Boîte noire

Cet article a été corrigé le 11 janvier à 21h30 pour modifier la date de l'incendie de Lubrizol, en 2019 et non 2018 comme indiqué initialement.

Cet entretien a été conduit le 8 décembre 2021 par téléphone, en anglais. Paolo Vineis l'a relu et légèrement amendé. Je l'avais rencontré lors d'un colloque intitulé « Exposome et santé publique : de la recherche à l'expertise », organisé à Paris par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), le 30 novembre 2021.

**Directeur de la publication** : Edwy Plenel

**Direction éditoriale** : Carine Fouteau et Stéphane Alliès

**Le journal MEDIAPART est édité par la Société Editrice de Mediapart (SAS).**

Durée de la société : quatre-vingt-dix-neuf ans à compter du 24 octobre 2007.

Capital social : 24 864,88€.

Immatriculée sous le numéro 500 631 932 RCS PARIS. Numéro de Commission paritaire des publications et agences de presse : 1214Y90071 et 1219Y90071.

Conseil d'administration : François Bonnet, Michel Broué, Laurent Mauduit, Edwy Plenel (Président), Sébastien Sassolas, Marie-Hélène Smiéjan, François Vitrani. Actionnaires directs et indirects : Godefroy Beauvallet, François Bonnet, Laurent Mauduit, Edwy Plenel, Marie-Hélène Smiéjan ; Laurent Chemla, F. Vitrani ; Société Ecofinance, Société Doxa, Société des Amis de Mediapart, Société des salariés de Mediapart.

Rédaction et administration : 8 passage Brulon 75012 Paris

**Courriel** : [contact@mediapart.fr](mailto:contact@mediapart.fr)

**Téléphone** : + 33 (0) 1 44 68 99 08

**Télécopie** : + 33 (0) 1 44 68 01 90

**Propriétaire, éditeur, imprimeur** : la Société Editrice de Mediapart, Société par actions simplifiée au capital de 24 864,88€, immatriculée sous le numéro 500 631 932 RCS PARIS, dont le siège social est situé au 8 passage Brulon, 75012 Paris.

Abonnement : pour toute information, question ou conseil, le service abonné de Mediapart peut être contacté par courriel à l'adresse : [serviceabonnement@mediapart.fr](mailto:serviceabonnement@mediapart.fr). ou par courrier à l'adresse : Service abonnés Mediapart, 4, rue Saint Hilaire 86000 Poitiers. Vous pouvez également adresser vos courriers à Société Editrice de Mediapart, 8 passage Brulon, 75012 Paris.