



Nanotubes de carbone :

des nanomatériaux CANCÉRIGÈNES?

Une étude récente montre que certaines formes de nanotubes de carbone favoriseraient le développement du mésothéliome, une forme virulente de cancer du poumon, d'une façon similaire à l'effet cancérigène des fibres d'amiante.

POLLUTION DE L'AIR

Il est maintenant bien documenté que les particules en suspension dans l'air que nous respirons, ont plusieurs effets négatifs sur la santé.

Les particules fines PM_{2,5} (diamètre égal ou inférieur à 2,5 microns) et ultrafines PM_{0.1} (diamètre égal ou inférieur à 0,1 micron) qui proviennent des émissions liées au transport (véhicules automobiles, camions, avions) sont particulièrement nocives, surtout en ce qui concerne les maladies cardiovasculaires. Ces particules pénètrent facilement les poumons jusqu'aux alvéoles pulmonaires, où elles passent directement aux vaisseaux sanguins pulmonaires, puis à toutes les artères du corps. Elles y produisent alors une réaction inflammatoire qui endommage l'endothélium vasculaire et augmentent considérablement le risque d'accidents cardiaques et vasculaires cérébraux.

Selon les estimations de l'Organi-

sation mondiale de la santé, environ 3,15 millions de morts prématurées sont, chaque année, directement attribuables aux PM_{2,5}, la majorité de ces décès étant liée aux maladies cardiovasculaires.

NANOMATÉRIAUX EN SUSPENSION

En plus des polluants de l'air, d'autres substances peuvent être captées par les poumons et provoquer de graves dommages. Le meilleur exemple est certainement les fibres d'amiante : l'inhalation de ces fibres provoque leur accumulation au niveau de la plèvre pulmonaire où elles déclenchent une forte réaction inflammatoire qui favorise le développement de tumeurs très malignes appelées mésothéliomes.

Si les dangers posés par l'amiante sont bien connus et ont entraîné l'interdiction de ce matériau dans plusieurs pays, il faut demeurer vigilant, car d'autres molécules synthétiques plus récentes possèdent des structures et des propriétés physiques similaires à l'amiante et pourraient donc provoquer des dommages au niveau des poumons. C'est notamment le cas de certains nanomatériaux comme les nanotubes de carbone, une classe de matériaux possédant une très grande résistance mécanique, qui sont de plus en plus utilisés dans la fabrication de nombreux produits industriels

(automobile, aéronautique, appareils médicaux, articles de sport). Ces nanomatériaux, 50 000 fois plus petits que l'épaisseur d'un cheveu, sont très légers ; ils peuvent donc franchir les barrières physiologiques et s'accumuler dans les tissus, comme les poumons, pour y provoquer des lésions.

NANOTUBES CANCÉRIGÈNES

Une étude récente suggère que les nanotubes de carbone longs et minces pourraient effectivement poser un risque cancérigène similaire à celui de l'amiante (1). Une équipe de scientifiques britanniques a en effet observé que la présence de ces nanotubes au niveau de la plèvre de modèles animaux provoquait le développement et la progression de lésions inflammatoires similaires à celles qui surviennent en réponse aux fibres d'amiante. L'analyse d'échantillons provenant de patients atteints d'un mésothéliome montre une inflammation similaire, faisant intervenir les mêmes événements moléculaires (activation des protéines Src, Akt, mTOR, ERK1/2, et STAT3), suggérant que ces lésions puissent survenir chez des humains exposés aux nanotubes de carbone. Lorsque ces lésions sont suivies pendant plusieurs mois, les investigateurs ont noté que cette inflammation provoque l'activation

de plusieurs phénomènes impliqués dans la croissance incontrôlée des cellules, de même que la disparition de certains gènes suppresseurs de tumeurs (Cdkn2a, p16 et p19), ce qui permet le développement de masses tumorales au niveau de la plèvre.

Ces observations sont inquiétantes, car plusieurs milliers de tonnes de nanotubes de carbone longs sont manufacturés chaque année, ce qui augmente forcément le risque d'exposition humaine. Sans compter qu'on propose d'utiliser ces nanotubes dans un nombre croissant d'applications médicales, par exemple, comme vecteur pour transporter certains médicaments. Comme pour l'ensemble des substances étrangères auxquelles nous sommes exposés, le principe de précaution devrait s'appliquer à ces nanoparticules et il est à souhaiter qu'une évaluation très rigoureuse de leur impact sur la santé humaine, indépendante des industries qui les fabriquent, soit effectuée avant que ces substances ne deviennent ubiquitaires.

(1) Chernova T et coll. Long-fiber carbon nanotubes replicate asbestos-induced mesothelioma with disruption of the tumor suppressor gene Cdkn2a (Ink4a/Arf). *Curr. Biol.* 2017; 27 : 3302-3314

**Richard
Béliveau**
Docteur en biochimie
Collaboration spéciale

