

L'USURE DES FREINS AUTOMOBILES, QUELS RISQUES POUR NOTRE SANTÉ ?

OCTOBRE 2022

L'usure des freins automobiles, quels risques pour notre santé ?



P.3



À propos

Particules fines de friction :
pourquoi est-il urgent d'en parler ?



P.5



Partie 1

Tout connaître sur les particules
fines de friction

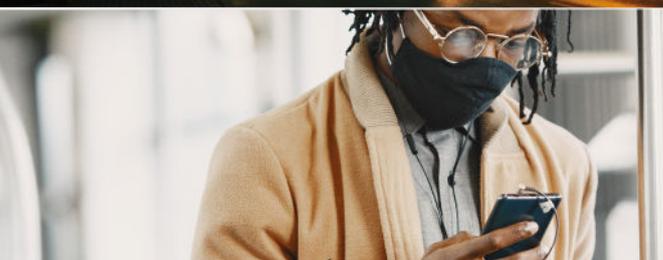


P.8



Partie 2

L'usure des freins, une source majeure
de particules de circulation

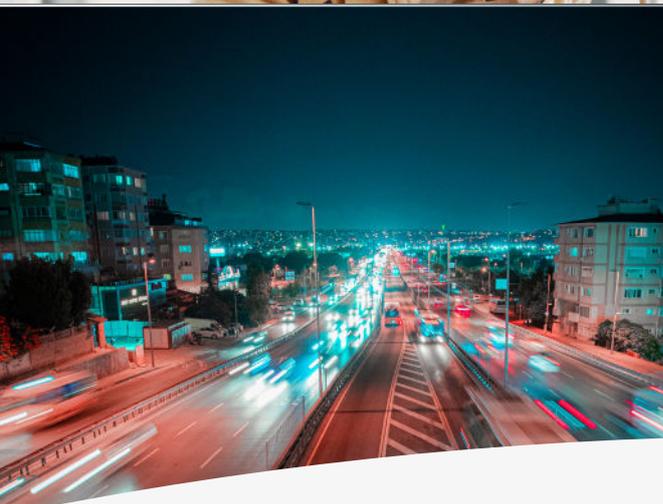


P.10



Partie 3

Un inquiétant problème
de santé publique



P.13



Solutions

L'heure de la réglementation, enfin ?



Particules fines de friction : pourquoi est-il urgent d'en parler ?

Dimanche 10 juillet 2022, sur le circuit de Spielberg, à l'occasion du Grand Prix d'Autriche de Formule 1. À l'issue de la course, un journaliste demande à Sebastian Vettel, pourquoi il est recouvert de poussière noire. Réponse du pilote allemand : c'est de la poussière de frein.



Sebastian VETTEL

Pour être honnête avec vous, c'est quelque chose sur lequel je pense que les constructeurs doivent travailler parce que l'essieu avant souffle toute la poussière de frein dans nos visages. Ce n'est pas bon. Évidemment, la poussière de carbone n'est pas vraiment quelque chose de sain à respirer. Donc j'espère que la FIA¹ se penchera sur ce sujet très bientôt parce que c'est inutile et facile à changer.



Pour la première fois, un quadruple champion du monde de Formule 1 évoque à la télévision les dangers des particules fines générées par friction. Mais, de quoi parle-t-on exactement ? Qu'est-ce que c'est la poussière de frein ? À quels risques nous expose-t-elle ?

PARTICULES FINES : ATTENTION DANGER



Ce n'est un secret pour personne. Nous sommes quotidiennement exposés aux particules fines, en particulier dans les grandes agglomérations. En cause ? Le secteur résidentiel et le transport routier, respectivement responsables de la moitié et du quart de ces émissions². Cette exposition n'est pas sans impact sur notre santé, en particulier pour les plus jeunes et les seniors : elle peut entraîner des maladies respiratoires ou cardiovasculaires. En moyenne, réduire la pollution de l'air aux particules fines au niveau recommandé par l'Organisation mondiale de la Santé³ nous permettrait de gagner plus de deux ans d'espérance de vie en France - et jusqu'à dix ans à New Delhi⁴ ! Pire, rien qu'en Europe, cette pollution serait la cause de 307 000 décès prématurés chaque année⁵. Un chiffre largement sous-estimé pour les chercheurs de Harvard qui attribuent près de 100 000 décès prématurés chaque année en France par an à la pollution de l'air extérieur liée aux énergies fossiles⁶. Nos routes et nos transports sont responsables d'au moins un quart de ces émissions de particules fines.

LES PARTICULES FINES DE FRICTION, UNE MENACE MÉCONNUE

Ces dernières décennies, l'attention du grand public s'est davantage portée sur les particules fines issues des pots d'échappement que sur celles produites par l'usure des freins et des pneus.

Cette différence s'explique principalement par des raisons réglementaires. En effet, l'industrie automobile a été contrainte au fil des ans par des normes de plus en plus strictes pour réduire les particules fines générées par les moteurs. Résultat : elle a développé des technologies efficaces. Les filtres ne cessent de s'améliorer et les voitures électriques devraient mettre un point final à cette pollution dans quelques années. Ce n'est en revanche pas le cas des particules fines de friction qui n'ont pas encore fait l'objet d'encadrement réglementaire. Et surtout, qui restent peu connues du grand public.



ÉTUDES RÉCENTES, PROCÈS ET RELAIS MÉDIATIQUE : LE VENT TOURNE

Il aura fallu attendre un procès médiatique à Londres, en décembre 2020, suite au décès d'Ella Roberta Adoo Kissi-Debrah, une jeune fille de 9 ans reconnue officiellement comme victime des particules fines du trafic routier, pour que le débat public s'ouvre largement.

Depuis une dizaine d'années, les études scientifiques se multiplient, notamment Outre-Atlantique, et amènent un faisceau d'indices sur la nocivité des particules liées à l'abrasion des plaquettes de frein. D'ailleurs les médias s'emparent désormais

de cet enjeu de santé. À l'image du journaliste Hugo Clément qui a consacré en juillet 2020 un contenu vidéo⁷ pour France.tv Slash portant sur la qualité de l'air dans le métro qui est trois fois plus pollué que celui qu'on peut respirer dans la rue. De quoi se faire le porte-voix de l'enquête de l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) sur les particules fines générées par le freinage du métro. De cette nouvelle mobilisation, naît l'espoir que des réglementations voient enfin le jour pour limiter les particules fines de friction.

À commencer par des normes d'émission au niveau européen (Euro 7 / VII) qui devraient entrer en vigueur dans les prochaines années. Ce livre blanc a vocation à faire la lumière sur les particules fines issues du freinage automobile et leur nocivité pour notre santé. D'où proviennent-elles ? Quelle est leur composition ? Où les retrouve-t-on en fortes concentrations ? Qui sont les personnes les plus exposées ? Quels sont les risques en termes de santé ? Autant de sujets qui seront abordés dans ce document. Bonne lecture !

Tout connaître sur les particules fines de friction

Encore méconnues du grand public, les particules fines de friction nécessitent un peu de pédagogie pour mieux comprendre comment elles se forment, quelle est leur composition et où elles se retrouvent en forte concentration. Mise au point.

D'OÙ PROVIENNENT LES PARTICULES FINES DE FRICTION ?

L'usure des freins et des pneus sont à l'origine de particules fines. Dans le cas des freins, l'émission de particules fines s'effectuerait en deux temps. Tout d'abord au début de la phase de freinage : des particules de 1 à 2 μm se détacheraient alors que les plaquettes frottent sur les disques. Puis, avec l'augmentation de la force de freinage et la chaleur qu'elle engendre, d'autres particules de 200 nm se formeraient par évaporation et condensation des composants des plaquettes de frein. Un phénomène qui est encore étudié pour en prendre toute la mesure, comme l'expose Liza Selley, toxicologue spécialiste de la qualité de l'air et chercheuse à l'université de Cambridge :



Liza Selley

Il est possible que la chaleur et la friction soient à l'origine de l'usure des freins. Ainsi, lorsque les freins sont davantage sollicités, ils sont plus chauds et produisent différents types de particules. Mais, ce que nous ne savons pas encore, c'est si leur composition est différente. Il se pourrait qu'à mesure que les freins chauffent, un type de métal se détache en premier, et qu'à mesure qu'ils chauffent davantage, un autre métal soit plus susceptible de s'user.



Plus de la moitié des particules générées par cette friction (55% à 70%) se retrouvent aéroportées dans l'atmosphère⁸. Les autres particules restent au sol, mais pourront être soulevées dans les airs lors de prochains passages de véhicules.

Plus de la moitié des particules générées par l'usure des freins (55% à 70%) se retrouvent aéroportées dans l'atmosphère⁸.



UNE COMPOSITION NOCIVE

Difficile de définir précisément la composition de la poussière de frein. Déjà parce qu'aucune plaquette de frein ne se ressemble. "Un fabricant de plaquettes de frein va proposer des centaines de formules différentes, y compris pour un même véhicule", confirme Loïc Adamczak, CTO de Tallano Technologies - entreprise qui a développé une solution de captation par aspiration des particules fines au freinage des véhicules automobiles et ferroviaires. Et la plaquette de frein est un vrai composite. "Elle est constituée d'une quinzaine ou d'une vingtaine de constituants différents. Vous allez retrouver des produits métalliques, des produits minéraux, des produits organiques. Tous ces composants sont maintenus par une résine, un dérivé du benzène", analyse Loïc Adamczak.

Un propos confirmé par le chercheur, spécialiste de la qualité de l'air, Fulvio Amato : "Les plaquettes de freins comprennent de très nombreux éléments comme les abrasifs, les liants, les lubrifiants, et les éléments de renforcement utilisant des composés organiques, des fibres minérales, du graphite, un mélange de composants métalliques, principalement de l'acier et du fer⁹".

Mais la poussière de frein ne présente pas la même composition que celle des plaquettes de frein. Sous l'effet de températures élevées, leur teneur se retrouve modifiée. C'est ce qu'affirme Bogdan Munteanu, ingénieur de recherche à l'Institut de Recherches en Ingénierie des Surfaces (IREIS). "Alors que la composition chimique des garnitures de frein apporte une indication utile sur la composition de ces particules, les pressions et les températures très élevées dans le contact peuvent entraîner des modifications chimiques des matériaux. Par conséquent, la composition chimique des particules aéroportées générées est très complexe et peut être différente de celle des matériaux initiaux.¹⁰"

Les particules analysées révèlent la présence majoritairement du carbone, du fer, mais aussi des aluminosilicates, du silicate de zirconium, du silicium, du chrome, de l'aluminium, du baryum, du calcium, de l'antimoine, du soufre ou encore du zinc. Et contrairement aux particules fines issues des gaz d'échappement, elles ne changent pas d'état au contact avec d'autres polluants de l'atmosphère (tels que les sulfates d'ammonium ou de potassium). Laurent Gagnepain, coordinateur scientifique et technique - Émissions des véhicules légers, Particules hors échappement, Qualité de l'air habitacle, Évaluation environnementale, au sein de l'ADEME constate ainsi : "Leur composition est très différentes des particules à l'échappement qui sont formées principalement de carbone sur lequel peuvent être adsorbés des composés organiques volatiles (COV) ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les particules à l'échappement comportent très peu d'éléments métalliques."

À Cambridge, Liza Selley étudie cette composition en laboratoire et relève également cette différence marquée avec les particules fines d'échappement. "Une particule issue du diesel a un noyau de carbone sur lequel sont greffés des métaux et des endotoxines. Alors que pour la poussière de frein, il y a principalement du métal. L'échantillon que j'étudie le plus est composé d'environ 77 % de fer ainsi que d'autres éléments métalliques. Ainsi, une particule "diesel" contient très peu de composants métalliques, contrairement à la poussière de frein pour qui ce sont les éléments principaux."



QUELLES SONT LES ZONES CONCERNÉES ?

La composition de ces particules est nocive pour notre santé, et nous les retrouvons en concentrations élevées près des carrefours, des feux de circulation, des passages piétons, des périphériques ou encore des virages très fréquentés. Les agglomérations sont davantage touchées que les zones rurales. Mais, en secteur rural, les zones de descente ou encore de péages d'autoroute - où les freins sont très sollicités - présentent des teneurs en particules fines importantes. Une étude menée en Suisse estime ainsi qu'en milieu urbain, la contribution des particules d'usure des freins aux émissions de PM10 (c'est-à-dire les particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres) non liées à l'échappement est comprise entre 16 et 55 % en masse, tandis que des contributions nettement plus faibles (environ 3 % en masse) ont été mesurées sur les autoroutes où les freinages sont moins fréquents¹.



“Les populations les plus exposées sont celles qui vivent le plus près de la source, donc des voies de circulation et principalement aux endroits où il y a des freinages (congestion régulière du trafic, feu de circulation, stop ...)”

Laurent Gagnepain

Par conséquent, “Les populations les plus exposées sont celles qui vivent le plus près de la source, donc des voies de circulation et principalement aux endroits où il y a des freinages (congestion régulière du trafic, feu de circulation, stop...). Néanmoins l'effet de dilution est très rapide dès que l'on s'éloigne de quelques mètres des voies de circulation. Les concentrations de particules de frein vont être les plus fortes au cœur du trafic et donc dans les habitacles des transports”, explique Laurent Gagnepain. Liza Selley souligne, elle aussi, les risques encourus par les conducteurs : “Ils sont en première ligne, davantage encore que les cyclistes ou les piétons qui marchent le long de la route. Un chauffeur de bus ou de taxi va inhaler un grand nombre de ces particules”.

Au-delà de la pollution de l'air, les plus grosses particules et le micro-plastique qui ne sont pas aéroportés sont drainés par les eaux de ruissellement et se retrouvent dans nos fleuves, nos océans puis jusque dans la chaîne alimentaire. Parce que tout le monde est concerné par les particules fines de friction, tout le monde peut se mobiliser contre ses dangers.



L'usure des freins, une source majeure de particules de circulation

En 2020, un rapport de l'OCDE relevait que l'usure des freins, des pneus et des revêtements routiers constituerait bientôt la première source d'émissions atmosphériques de particules liées au trafic routier, devant les gaz d'échappement¹². Autrement dit : il est temps de changer de braquet et de porter notre attention sur la pollution générée par la poussière de frein.

PARTICULES FINES : LE RÔLE MAJEUR DU FREINAGE

Les gaz d'échappement des moteurs, en particulier Diesel, ont longtemps été identifiés comme l'ennemi numéro 1 pour limiter les particules fines issues du trafic routier. Aujourd'hui, alors que des efforts importants ont été réalisés pour les réduire, les freins sont pointés du doigt - aux côtés des pneus. Et pour cause, plus de la moitié des particules engendrées par le trafic routier en Europe ne résulte pas des émissions à l'échappement. Les sources de ces particules hors échappement sont les freins (16 à 50 % de PM10 selon les conditions de circulation), le contact pneu-chaussée (5 à 30 %) et la remise en suspension des particules (28 à 59 %)¹³.



“...l'émission de particules au freinage des véhicules automobiles est 6 fois plus élevé que celles s'échappant des pots catalytiques.”



LES SOURCES DE PARTICULES ISSUES DU TRAFIC ROUTIER HORS ÉCHAPPEMENT

Source : Joint Research Center, Union européenne, 2018

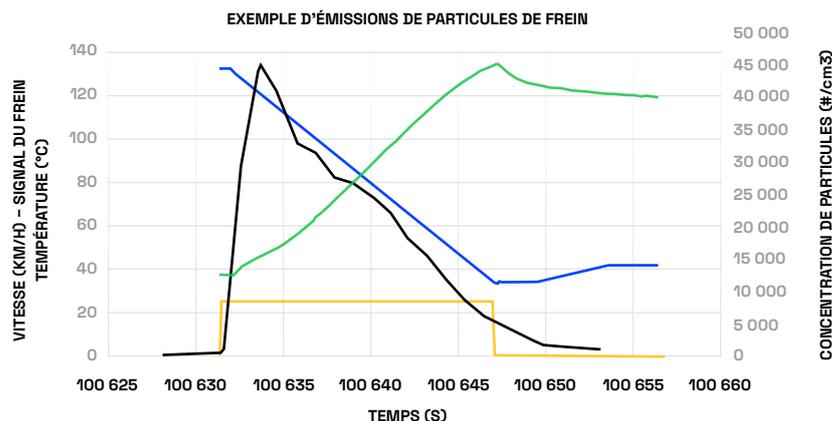
Des études scientifiques estiment même que le total de l'émission de particules au freinage des véhicules automobiles est 6 fois plus élevé que celles s'échappant des pots catalytiques (30 mg/km contre 4,5 mg/km)¹⁴. En Europe, elles représentent près de 110 000 tonnes/an parmi lesquelles 50 000 tonnes sont distillées dans l'air¹⁵.

DES FACTEURS AGGRAVANTS LIÉS AUX CARACTÉRISTIQUES DES VÉHICULES

Les premières études réalisées révèlent la complexité du phénomène des particules fines issues du freinage. Nous l'avons vu précédemment, la composition des particules de frein varie selon celle des disques et des plaquettes de frein. Mais de nombreux autres facteurs entrent en jeu et influent sur leur taille et leur quantité : l'état et la maintenance du véhicule, la vitesse, le poids du véhicule, le style de conduite, la fréquence et la gravité du freinage, ou encore les caractéristiques de la route. Laurent Gagnepain souligne "la composition des particules issues du freinage varie suivant le type de freinage, plus exactement suivant la température du contact entre les plaquettes de frein et le disque. De ce fait, un conducteur avec une conduite agressive, qui aura tendance à plus faire 'chauffer' ses freins, émettra plus de particules ultrafines autour de 10 nm dont la composition sera un peu différente, avec notamment plus de soufre."

En fonction du style de conduite, la quantité de poussière de frein, et surtout la taille de ces particules, est ainsi différente. Autre constat, plus un véhicule a un poids conséquent, plus il génère de particules fines de friction. La mode actuelle du SUV et des véhicules lourds ne fait donc qu'amplifier ce type d'émission et pose question pour l'avenir.

EMISSION DE PARTICULES LORS DU FREINAGE



○ VITESSE DU VÉHICULE ○ SIGNAL DU FREIN ○ TEMPÉRATURE DU DISQUE ○ CONCENTRATION DE PARTICULES

Ce schéma met en évidence la corrélation entre activation du système de freinage et pic de particules.

Source : Tallano Technologies

DES PERSPECTIVES PRÉOCCUPANTES POUR DEMAIN



Laurent Gagnepain

En France, en 1990, les émissions de PM_{2,5} hors échappement (usure frein, pneu, chaussée) représentaient 9 % des émissions totales de particules PM_{2,5} des transports routiers. En 2019, ce pourcentage est passé à 45 % et il ne devrait pas cesser de croître à l'avenir avec la sortie progressive du parc automobile des véhicules les plus anciens et les plus émetteurs de particules à l'échappement. Ainsi, les émissions de particules hors-échappement sont maintenant devenues plus importantes que celles à l'échappement à l'échelle du parc routier et a fortiori cela est encore plus vrai pour les véhicules neufs commercialisés actuellement.

L'interdiction des véhicules à moteur thermique à compter de 2035 dans l'Union européenne devrait encore plus focaliser notre attention sur les particules fines issues du freinage. Ceci d'autant plus que les véhicules électriques émettent eux aussi des particules nocives.

"Ils fonctionnent en mode génératrice de courant lors du freinage, ce qui ralentit le véhicule et les freins mécaniques sont ainsi moins sollicités et émettent moins de particules", note Laurent Gagnepain. 3 % des particules hors échappement PM₁₀ émises par un véhicule électrique proviennent du freinage, contre 25 % pour un véhicule thermique¹⁶. Même si leur système de freinage régénératif leur permet de fortement limiter le phénomène comparé aux véhicules thermiques, les voitures électriques participent à cette pollution de l'air. Et à la lumière des effets nocifs sur notre santé de ces poussières métalliques, l'inexistence totale de réglementation interroge.

Un inquiétant problème de santé publique

Comme le laisse présager leur composition, les particules fines de freinage engendrent une cascade de risques élevés pour notre santé. Stress oxydatif, troubles respiratoires ou cardio-vasculaires... Nos vies sont à la merci de cette pollution. Explications.

Trois paramètres entrent en jeu pour caractériser la dangerosité d'une particule. D'abord sa taille : plus elle est petite, plus elle est dangereuse car elle pénètre plus profondément dans l'organisme. Deuxièmement, sa forme : plus elle est ronde, plus elle est apte à entraîner avec elle d'autres polluants dans l'organisme. Et enfin, sa composition. Dans le cas des particules de frein, les premières études toxicologiques estiment que les particules émises lors du freinage sont dangereuses pour la santé du fait de la présence de métaux tels que le cuivre, le fer, le baryum, le zinc, etc.



Christophe Rocca-Serra,
CEO de Tallano Technologies

Les particules de frein peuvent mesurer jusqu'à 10 nanomètres, c'est-à-dire la taille d'un tout petit virus. Elles s'insinuent partout dans l'organisme. Et comme ce sont des particules métalliques ou de carbone, vous pouvez imaginer le stress qu'elles génèrent dans l'organisme.



Les particules issues du freinage seraient-elles aussi dangereuses, voire plus nocives pour notre santé que celles issues des échappements ? Certainement.

Laurent Gagnepain affirme :

"Elles auraient un potentiel oxydatif plus élevé que les particules issues des échappements (résultats sur des mesures in vitro). Des travaux en toxicologie sont encore nécessaires, notamment pour étudier l'impact sur d'autres fonctions ou organes comme la fonction cardiaque, le cerveau ou l'appareil digestif."

UN MÊME FACTEUR DE RISQUE, DE MULTIPLES PATHOLOGIES

"D'une manière générale, l'exposition aux polluants atmosphériques et surtout aux particules fines entraîne un vieillissement prématuré."

Liza Selley

Inhaler des particules fines, c'est s'exposer à des troubles respiratoires, des problèmes cardiovasculaires, mais aussi courir des risques accrus de cancers, d'Alzheimer, de Parkinson... "D'une manière générale, l'exposition aux polluants atmosphériques et surtout aux particules fines entraîne un vieillissement prématuré"¹⁷. Et "Les personnes les plus vulnérables sont celles qui souffrent déjà de maladies des voies respiratoires, c'est-à-dire les asthmatiques et les malades atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive, mais aussi les personnes âgées et les très jeunes", affirme Liza Selley.

Toutefois, il reste difficile scientifiquement de parvenir à isoler in vivo l'impact de la poussière de frein du reste des particules urbaines. Liza Selley synthétise les enseignements : "Nous savons que les particules urbaines peuvent exacerber des maladies comme l'asthme et la bronchopneumopathie chronique obstructive. Nous savons qu'elles peuvent avoir un impact sur la croissance des poumons des enfants, que les gens souffrent de maladies respiratoires et de symptômes tels que la toux et les maux de gorge lorsqu'ils vivent dans des zones très polluées. Mais nous ne pouvons pas encore relier cela à la poussière de frein ou à un composant particulier".



EFFET DES PARTICULES FINES SUR LA SANTÉ

Source : Programme de surveillance air et santé, Institut national de veille sanitaire, 2014

L'INFLAMMATION SYSTEMIQUE ET LE STRESS OXYDATIF

Les études sont formelles : La toxicité des nanoparticules est incontestablement liée au stress oxydatif¹⁸, entraînant de nombreuses pathologies aiguës et chroniques. Ce stress oxydatif est couplé avec des inflammations systémiques, une activation anormale et persistante du système immunitaire qui altère la fonction des organes, des tissus ou des systèmes.

INFLAMMATION SYSTEMIQUE ET STRESS OXYDATIF

- > Augmentation de C réactive protéine
- > Augmentation des médiateurs pro-inflammatoires
- > Activation des leucocytes et des plaquettes

POUMONS

- > Inflammation
- > Stress oxydatif
- > Aggravation de la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) et progression plus rapide de la maladie.
- > Augmentation des symptômes respiratoires
- > Dégradation de la fonction pulmonaire

TROUBLES DE LA REPRODUCTION ET DU DÉVELOPPEMENT DE L'ENFANT

- > Fertilité
- > Fausses couches
- > Croissance du fœtus
- > Naissance avant terme
- > Faible poids à la naissance

SANG

- > Troubles rhéologiques
- > Augmentation de la coagulabilité
- > Diffusion des particules à travers la paroi capillaire
- > Thrombose périphérique
- > Diminution de la saturation en oxygène

CERVEAU

- > Augmentation de l'ischémie cérébrale
- > Troubles cognitifs
- > Maladies neurodégénératives

CŒUR

- > Altération de la fonction cardiaque
- > Stress oxydatif
- > Augmentation de la fréquence des troubles du rythme
- > Troubles de la repolarisation du tissu cardiaque
- > Augmentation de l'ischémie myocardique

SYSTEME VASCULAIRE

- > Athérosclérose, accélération de l'évolution des plaques d'athérome et instabilité des plaques
- > Dégradation endothéliale
- > Vasoconstriction et hypertension

"Ce que nous montrons en laboratoire, c'est que la poussière de frein peut provoquer une inflammation au même degré que le diesel et un stress oxydatif dans les cellules. Les cellules immunitaires protègent les poumons des microbes et des infections et régulent l'inflammation, mais nous avons constaté que lorsqu'elles sont exposées à la poussière de frein, elles ne peuvent plus absorber et détruire les bactéries"¹⁹

LES PATHOLOGIES RESPIRATOIRES

Les particules de taille conséquente restent coincées au niveau des voies aériennes supérieures et provoquent "des affections comme la pharyngite ou la trachéite, notamment chez les enfants."²⁰ Néanmoins, les particules plus fines pénètrent plus profondément dans les poumons, risquant d'engendrer un stress oxydatif qui déclenche des réponses inflammatoires conséquentes.

Cela se traduit par des troubles respiratoires à répétition tels que l'asthme ou la bronchite, mais aussi des maladies pulmonaires obstructives chroniques et des dégradations de la fonction respiratoire. Une fragilité respiratoire qui n'est pas sans conséquence. Une étude américaine²¹ a même constaté "qu'une faible augmentation de l'exposition à long terme aux PM2,5 entraîne une forte augmentation du taux de mortalité du COVID-19."

LES MALADIES CARDIOVASCULAIRES

Une exposition prolongée aux particules fines peut également provoquer des maladies cardiovasculaires et cérébrovasculaires : arythmies, infarctus, thromboses... Une étude menée dans la Vallée centrale de la Californie²² met en évidence que les particules fines liées au freinage automobile sont un facteur causal de cardiopathie ischémique, c'est-à-dire une insuffisance d'apport d'oxygène au muscle cardiaque.

LES CANCERS

17% des morts des suites d'un cancer des poumons peuvent être attribuées à la pollution atmosphérique²³

Et ce n'est pas tout. 2 % des morts de cancer peuvent être attribuées à la pollution atmosphérique²⁴, et notamment les particules fines. Un chiffre qui grimpe jusqu'à 17 % lorsqu'on se penche sur les morts des suites d'un cancer des poumons²⁵. Un mal notoire pour l'Agence européenne de l'Environnement qui écrit dans un rapport du 28 juin 2022 : "La pollution atmosphérique (intérieure et extérieure) est un risque environnemental majeur pour la santé en Europe, et une cause connue de cancer, en particulier du poumon."²⁶

En effet, dès les années 1970, des études avaient démontré la corrélation entre des événements de pollution atmosphérique par particules et une hausse importante de la mortalité. Tandis qu'une étude de 2002 étudiant les effets à long terme de l'exposition aux particules conclut qu'elle "est un facteur de risque environnemental important pour la mortalité cardio-pulmonaire et le cancer du poumon."²⁷

LES MALADIES NEURODÉGÉNÉRATIVES : ALZHEIMER ET PARKINSON

Le cerveau est aussi touché. Un rapport de l'Institut national de veille sanitaire ou encore une étude menée en 2019 à Mexico²⁸ établissent que le risque de maladies neurodégénératives est accentué, notamment Alzheimer et Parkinson, sont accentués par l'exposition aux particules fines de friction magnétique.

UNE BOMBE À RETARDEMENT

Les particules fines nuisent directement à notre santé et nous exposent à des maladies mortelles avec des effets à court ou long termes, en aggravant des pathologies déjà existantes ou en fragilisant des populations vulnérables (enfants, personnes âgées...). Et ce que nous avons identifié aujourd'hui comme nocif n'est certainement que la partie émergée de l'iceberg, comme l'explique un rapport présenté au Sénat. "Cet impact, dans toute son ampleur, est très certainement aujourd'hui largement minimisé dans la mesure où l'on ne connaît pas la part attribuable à ce qu'on appelle "l'effet cocktail", c'est-à-dire le mélange de polluants atmosphériques ou de plusieurs types de pollutions dans l'air extérieur. Cette part n'étant pas prise en compte, il est raisonnable de penser que l'impact sanitaire est beaucoup plus important que ce que l'on sait aujourd'hui mesurer."²⁹

Cette pollution a aussi un impact sanitaire indirect : les métaux lourds libérés par l'abrasion des freins se retrouvent dans les sols et l'eau, polluant durablement notre écosystème.

"Les plus grosses particules tombent au sol et sont emportées par les eaux de ruissellement. Nous les retrouvons dans la chaîne alimentaire puisqu'elles sont fixées par les végétaux. Sans parler des microplastiques issus de la dégradation des plaquettes de frein qui se propagent jusque dans nos fleuves et nos océans", alerte Christophe Rocca-Serra, CEO de Tallano Technologies. La bombe à retardement est enclenchée.

L'HEURE DE LA RÉGLEMENTATION, ENFIN ?

Les émissions dues au freinage prennent une part prépondérante dans la pollution de l'air. Et pourtant, aujourd'hui, la norme Euro 6 - en vigueur depuis 2014 - ne réglemente pas les émissions générées par les freins. Il y a urgence à trouver des solutions. Favoriser les véhicules plus légers, édicter des normes strictes sur la composition des freins, des pneus ou des revêtements routiers... autant de propositions avancées par les experts de l'OCDE, dans un rapport datant de 2020³⁰.



EURO 7/VII : L'ESPOIR EUROPÉEN

La future norme Euro 7/VII, en cours d'élaboration, sera adoptée prochainement et effective à compter de 2025. De quoi changer la donne ? Oui, car elle devrait imposer aux constructeurs automobiles la régulation des émissions de PM2.5 et de nanoparticules dues au freinage sur les voitures conventionnelles et électriques. Karima Delli, députée européenne (EELV), s'en félicite.

“La norme euro 6, ne prenait pas en compte certaines particules, par exemple, certaines particules venant des freins. Aujourd'hui dans la nouvelle norme, on prendra en compte toutes ces particules fines qui ont un impact sur la santé des gens³¹. La norme Euro 7, techniquement, on peut la faire. On sait le faire, c'est faisable. En termes de coût, la Commission a présenté combien cela représentait, cela représente entre 100

et 500 euros par véhicule. Et en fait, c'est moins cher que l'option peinture d'une Golf. Maintenant la véritable question qui est en jeu, c'est quelle politique industrielle pour l'automobile de demain³².”

L'Union européenne fait figure d'exception à l'échelle mondiale, en ayant déjà adopté la norme Euro 6 et en envisageant une norme Euro 7/VII.

“L'arrivée prochaine d'une réglementation européenne nous permet d'être optimistes. Nous savons déjà qu'elle existera et qu'elle fixera pour la première fois un seuil d'émissions pour les particules de frein à ne pas dépasser. Le débat au Parlement européen visera à fixer précisément ce niveau”, estime Loïc Adamczak, CTO de Tallano Technologies.

“En termes de coût, la Commission a présenté combien cela représentait, cela représente entre 100 et 500 euros par véhicule.”

DEMAIN, SE MOBILISER PARTOUT CONTRE LES PARTICULES FINES



“ Laurent Gagnepain

Des solutions sont possibles pour demain : changer la composition des disques et plaquettes de frein pour qu'ils soient moins émissifs. Intégrer des systèmes de captation de particules de frein au plus près de la source. La réglementation Euro 7 / VII va être un premier pas vers une réduction des émissions et une quantification des émissions liées au freinage sur banc d'essai avec un protocole de mesures qui vient d'être établi (WLTC-Brake).”



Certains équipements déjà sur le marché pourraient ainsi permettre de récupérer les émissions polluantes avant qu'elles ne se diffusent dans l'atmosphère (comme la solution proposée par Tallano Technologies présentée ci-dessous). Une manière de prendre la mesure des enjeux et de réduire une pollution atmosphérique qui fait des millions de victimes chaque année. Des victimes qui sont en premier lieu les populations les moins aisées, comme le souligne le CEO, Christophe Rocca-Serra : “ En général, les gens qui habitent au bord de routes très fréquentées ou de périphériques, ne sont pas les plus confortables financièrement.”

La pollution de l'air est une injustice sociale. Un enjeu de santé publique indéniable. Une catastrophe sanitaire. Des remèdes existent déjà pour mettre fin à ce fléau. Il est grand temps que des réglementations soient adoptées, que les constructeurs automobiles se saisissent du sujet et qu'enfin les populations puissent respirer sereinement. Et chez Tallano, nous nous tenons prêts pour accompagner ce mouvement indispensable à l'amélioration de la qualité de l'air sur notre planète. Rêvons ensemble qu'un jour, nous puissions dire, comme Gilbert Cesbron : “J'ai connu un temps où la principale pollution venait de ce que les gens secouaient leur tapis par la fenêtre.”



Christophe Rocca-Serra,
CEO de Tallano Technologie

A notre sens, la filtration active par aspiration, est vraiment la solution.” Tallano Technologie a ainsi imaginé un système d'aspiration à particules baptisés « TAMIC » qui vient se fixer directement sur le frein de véhicules routiers ou ferroviaires et permet de réduire de plus de 90% les particules fines de frein. Testé en laboratoire et éprouvé en conditions réelles, ce dispositif universel a prouvé son efficacité et s'adapte à tout type de véhicule.



[EN SAVOIR PLUS](#)

¹ Fédération internationale de l'automobile

² Source: <https://www.airparif.asso.fr/les-particules-fines>

➤ DÉCOUVRIR

³ L'Organisation mondiale de la Santé recommande que la densité de PM_{2,5} dans l'air ne dépasse pas cinq microgrammes par mètre cube en moyenne sur un an.

⁴ Source : <https://aqli.epic.uchicago.edu/news/air-pollution-cuts-life-expectancy-by-more-than-two-years-study-says/>

➤ DÉCOUVRIR

⁵ Source : Rapport de l'Agence européenne de l'environnement, 2019

⁶ Source : Étude de l'université de Harvard, 2021 : https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/02/09/un-deces-sur-cinq-dans-le-monde-serait-lie-a-la-pollution-de-l-air_6069304_3244.html

➤ DÉCOUVRIR

⁷ Vidéo Sur le front consacré à la pollution de l'air du métro : <https://www.facebook.com/francetvslash/videos/2469384293352215/>

➤ DÉCOUVRIR

⁸ Source : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01278518/document>

➤ DÉCOUVRIR

⁹ Source : https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/pollution/freins-et-roues-principales-sources-de-particules-fines-dans-les-ville_149844

➤ DÉCOUVRIR

¹⁰ Source : Bogdan Munteanu. Actions de particules d'usure aéroportées sur les propriétés mécaniques et physicochimiques des "films" de surfactant pulmonaire : Conséquences sur la conception de particules tribo-bio-compatibles. INSA de Lyon, 2015.

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01278518/document>

➤ DÉCOUVRIR

¹¹ Source : Bukowiecki et al. 2009a, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231010002657>

➤ DÉCOUVRIR

¹² Source : OCDE, Non-exhaust Particulate Emissions from Road Transport. An Ignored Environmental Policy Challenge, 2020

¹³ Source : Joint Research Center, Union européenne, 2018 <https://www.am-today.com/sites/default/files/articles/66812/emission-vehicules-routiers-support-presentation-avril-2022.pdf>

➤ DÉCOUVRIR

¹⁴ <https://www.latribuneauto.com/reportages/environnement/11488-les-freins-sont-le-premier-emetteur-de-particules-fines-sur-la-route#:~:text=La%20norme%20Euro%206%2C%20en,des%20%2C%3A9missions%20dues%20au%20freinage>

➤ DÉCOUVRIR

¹⁵ Source : INSA Lyon 2011 <https://www.latribuneauto.com/reportages/environnement/11488-les-freins-sont-le-premier-emetteur-de-particules-fines-sur-la-route#>

➤ DÉCOUVRIR

¹⁶ Note d'expertise de l'ADEME - Émissions des véhicules routiers, les particules hors échappement <https://librairie.ademe.fr/air-et-bruit/5384-emissions-des-vehicules-routiers-les-particules-hors-echappement.html>

➤ DÉCOUVRIR

¹⁷ Rapport n° 610 (2014-2015) de Mme Leila AÏCHI, fait au nom de la CE coût économique et financier de la pollution de l'air, déposé le 8 juillet 2015, Pollution de l'air : le coût de l'inaction. <http://www.senat.fr/rap/r14-610-1/r14-610-1.html>

➤ DÉCOUVRIR

¹⁸ Source : Yue-Wern Huang , Chi-heng Wu et Robert S. Aronstam, Toxicity of Transition Metal Oxide Nanoparticles: Recent Insights from in vitro Studies, Missouri University of Science and Technology, 2010.

¹⁹ Source : <https://inews.co.uk/news/environment/brake-dust-major-source-air-pollution-study-finds-383233>

➤ DÉCOUVRIR

²⁰ Source : <http://www.senat.fr/rap/r14-610-1/r14-610-11.pdf>

➤ DÉCOUVRIR

²¹ Source : Wu, X., Nethery, R. C., Sabath, M. B., Braun, D. and Dominici, F., 2020. Air pollution and COVID-19 mortality in the United States: Strengths and limitations of an ecological regression analysis. Science advances

²² Thomas A. Cahill , David E. Barnes , Nicholas J. Spada , Jonathan A. Lawton & Thomas M. Cahill (2011): Very Fine and Ultrafine Metals and Ischemic Heart Disease in the California Central Valley 1: 2003–2007, Aerosol Science and Technology.

²³ Source : Prüss-Üstün et al., 2016 ; AEE, 2020c <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-burden-of-cancer/air-pollution>

➤ DÉCOUVRIR

²⁴ Source : IHME, 2020

²⁵ Source : Prüss-Üstün et al., 2016 ; AEE, 2020c

²⁶ Agence européenne de l'Environnement, Rapport Combattre le cancer - le rôle de l'environnement en Europe, 28 juin 2022

²⁷ Source : Arden Pope III ; Richard T. Burnett, Michael J. Thun, Eugenia E. Calle, Daniel Krewski, Kazuhiko Ito, George D. Thurston, Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution, Jama, 2002

²⁸ Calderón-Garcidueñas, González-Maciel, Mukherjee, Reynoso-Robles, Pérez-Guillé, Gayosso-Chávez, Torres-Jardón, Cross, Ahmed, Karloukovski, Maher, Combustion- and Friction-Derived Magnetic Air Pollution Nanoparticles in Human Hearts, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108567>

➤ DÉCOUVRIR

²⁹ Source : <http://www.senat.fr/rap/r14-610-1/r14-610-11.pdf>

➤ DÉCOUVRIR

³⁰ Source : <https://www.oecd.org/fr/environnement/non-exhaust-particulate-emissions-from-road-transport-4a4dc6ca-en.htm>

➤ DÉCOUVRIR

³¹ Source : <https://www.publicsenat.fr/article/politique/norme-antipollution-euro-7-la-voiture-bientot-un-produit-de-luxe-190974>

➤ DÉCOUVRIR

³² Source : <https://www.publicsenat.fr/article/politique/norme-antipollution-euro-7-la-voiture-bientot-un-produit-de-luxe-190974>

➤ DÉCOUVRIR

Ce livre blanc a été rédigé par
Tallano Technologies

Direction éditoriale : Baptiste Roux Dit Riche
Rédaction : Stéphanie Prouvost
Traduction : Ruth Simpson (Anglais),
Cécile Kleszcz (Allemand)
Graphiste : Corentin Daudin - YelloDesign

L'USURE DES FREINS AUTOMOBILES,
QUELS RISQUES POUR NOTRE SANTÉ ?

tallano
technologies