



BENOÎT FERRARI, DES RIVIÈRES ET DES GOMMES

LES PARTICULES ISSUES DE **L'ABRASION DES PNEUS** REPRÉSENTENT 90% DES MICROPLASTIQUES REJETÉS DANS L'ENVIRONNEMENT EN SUISSE. BENOÎT FERRARI CHERCHE À ÉVALUER LA DANGÉROSITÉ DE CETTE POLLUTION POUR L'ENVIRONNEMENT.

Quand on pense pollution automobile, on songe, d'abord et surtout, aux gaz d'échappement et à leurs conséquences néfastes sur le climat de la planète. Mais on oublie souvent que même la plus «verte» des voitures est équipée de pneus et qu'en roulant, ceux-ci libèrent dans la nature une quantité impressionnante de particules fines composées non seulement de caoutchouc mais aussi de nombreux additifs et autres produits chimiques au potentiel toxique élevé. Selon le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa), l'abrasion des pneus représenterait ainsi une part estimée à 90% des microplastiques rejetés dans l'environnement en Suisse, chaque habitant-e du pays produisant en moyenne 1,4 kg d'usure de pneu par an. Mieux comprendre les mécanismes de cette pollution insidieuse, évaluer précisément sa dangerosité et tenter d'en juguler les effets, c'est l'objectif que poursuit Benoît Ferrari au sein du Centre suisse d'écotoxicologie appliquée (Centre Ecotox). Ancien du Département F.-A. Forel des sciences de l'environnement et de l'eau, le chercheur était de retour à Genève dans le cadre d'une conférence – «Plastiques dans le Léman. Overdose?» – donnée au Campus Biotech. Entretien.

Campus: Comme toutes les particules fines, celles libérées par l'usure des pneus sont difficiles à détecter. Comment a-t-on pris conscience de l'ampleur du problème?

Benoît Ferrari: L'intérêt des chercheurs à travailler sur le possible impact des résidus de pneus sur l'environnement a été grandement stimulé par un article paru dans la revue *Science* à la fin de l'année 2020. Il se trouve que depuis les années 1980, le saumon argenté (ou

coho) est régulièrement victime d'hécatombes dans certains cours d'eau du nord-ouest des États-Unis. Or, après une dizaine d'années de recherche, les auteurs de cet article sont parvenus à démontrer que la cause première de ces pics de mortalité était une substance chimique appelée 6PPD-quinone, une molécule produite par l'oxydation d'un anti-ozonant utilisé dans la production des pneus afin de ralentir leur vieillissement.

Comment expliquer que le saumon kéta, par exemple, qui fréquente pourtant les mêmes rivières, ne soit pas touché par cette pollution?

La question n'est pas définitivement tranchée. Il y a beaucoup de recherches en cours sur le sujet. Le comportement bizarre des saumons argentés avant qu'ils ne meurent semble indiquer que la 6PPD-quinone s'attaque au système nerveux. En laboratoire, il a d'ailleurs été démontré que lorsqu'on expose des cellules du cerveau d'une truite arc-en-ciel, qui fait également partie de la famille des salmonidés, à cette substance, on constate des toxicités aiguës, même à des niveaux de pollution extrêmement faibles alors que l'impact est quasiment nul sur les cellules intestinales ou des cellules de branchies.

Face à ces révélations, l'industrie du pneu a-t-elle tenté de réfuter la mise en cause de la 6PPD-quinone ou d'allumer des contre-feux, à l'image de ce qu'ont pu faire les fabricants de tabac ou de produits phytosanitaires par le passé?

Je dirais qu'il y a eu une prise de conscience réelle et une volonté sincère de faire avancer les choses. Depuis, les fabricants font des efforts importants pour innover tant sur le

matériau lui-même que sur les additifs utilisés. Le Tyre Industry Project, qui est un consortium regroupant les dix acteurs les plus importants du secteur, contribue par ailleurs au financement de nombreux laboratoires de recherche indépendants travaillant sur le sujet, dont celui du Centre Ecotox.

Comment les particules de pneus se propagent-elles dans l'environnement?

Quand un véhicule est en mouvement, le contact entre le pneu et le sol génère une friction qui arrache à la surface du pneu de petites particules. Les plus légères peuvent rester en suspension dans l'air et être disséminées par le vent. Les autres se déposent sur l'asphalte où elles sont susceptibles de se mélanger à toutes sortes d'éléments: poussières, fragments d'asphalte, résidus d'huile, gaz d'échappement, produits du freinage et autres déchets divers. En cas de fortes averses, ces particules de nature très hétérogène vont être entraînées soit dans les assainissements qui se trouvent sur le bord des routes et éventuellement vers des stations d'épuration, soit directement dans les sols et les cours d'eau.

Quels sont les objectifs du projet que vous menez depuis 2019 au sein du Centre Ecotox, en collaboration avec l'Institut fédéral suisse des sciences et technologies aquatiques (Eawag) et l'EPFL?

Quand vous observez une particule issue de l'usure de pneus au microscope électronique, vous voyez une sorte de boudin de caoutchouc flanqué de nombreuses incrustations liées à ce que la particule a récupéré lors de la friction sur la route. C'est assez joli à regarder, mais on ne sait pas toujours à quoi on a affaire. Et déterminer exactement la composition de ces particules et leurs effets sur l'environnement est un défi de taille.

Pourquoi?

Étant donné leur taille, il est très difficile de récolter ces particules in situ. En laboratoire, nous travaillons donc sur des sortes de proxys fabriqués artificiellement à partir de différentes marques de pneus de voitures, de poids lourds de motos ou autres véhicules légers. Pour y parvenir, la couche supérieure de la bande de roulement est découpée en

petits morceaux de 1 cm³ à l'aide de ciseaux industriels et d'une machine à jet d'eau, puis broyée par cryogénie afin d'obtenir des particules proches de ce qu'on peut retrouver dans l'environnement. Aujourd'hui, on dispose de mélanges spécifiques au continent européen et au continent américain.

Quelle est l'étape suivante?

Afin d'évaluer la dangerosité potentielle de ce type de pollution, nous cherchons à reconstituer le comportement de ces particules une fois qu'elles se retrouvent dans l'environnement. L'idée est de comprendre comment elles évoluent au contact de l'air, de l'eau ou d'autres substances chimiques, ce qui se produit lorsqu'elles sont ingérées par des organismes et comment ces substances se transmettent d'une espèce à l'autre tout au long de la chaîne alimentaire. Est-ce que la contamination est directe ou est-ce que certaines substances contenues dans ces particules sont libérées par la digestion avant d'être accumulées par les organismes et transmises à d'autres espèces?

Comment procédez-vous pour y parvenir?

Nous testons aussi bien les micro-organismes qui constituent le biofilm que des invertébrés comme les larves d'insectes et les gastéropodes ou différentes espèces de poissons. Un des aspects novateurs de ce projet tient d'ailleurs au fait que plutôt que de sacrifier des poissons extraits du milieu naturel pour réaliser nos expérimentations, nous travaillons sur des cultures cellulaires de différents types de tissus que nous exposons à nos échantillons de particules de pneu.

Avec quels résultats?

On observe effectivement un certain nombre d'effets, mais à l'heure actuelle, il est encore trop tôt pour trancher définitivement la question de la dangerosité de ces particules de pneu pour l'environnement et, par extension, pour l'être humain. Notamment parce que les effets observés correspondent à des concentrations de particules qui sont supérieures à ce qu'on pourrait trouver dans la nature. Nous avons donc encore besoin d'accumuler un certain nombre de données avant de pouvoir préciser nos conclusions.

BIO EXPRESS

1969: Naissance à Metz (France).

2000: Doctorat en Ecotoxicologie à l'Université de Lorraine

2000-2002: Ingénieur de recherche à l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea, anciennement Cemagref) à Lyon.

2002-2008: Maître-assistant à l'Institut F.-A. Forel de l'UNIGE.

2008-2013: Chargé de recherche à l'Irstea.

2013-2019: Responsable de l'équipe sols et sédiments au Centre Ecotox.

2019-2025: Directeur du Centre Ecotox.

A-t-on une idée précise du degré de contamination d'un lac comme le Léman par ces particules de pneus?

Là encore, nous manquons de données pour avoir une idée claire de la situation. Mais la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman (Cipel) procède tous les dix ans à une campagne d'échantillonnage visant à dresser un état des lieux de la contamination des sédiments. Dans le cadre de notre projet, nous allons profiter de la prochaine campagne de mesures, qui est imminente, pour quantifier le niveau de concentration des particules d'usure de pneus et des différentes substances caractéristiques de celles-ci dans le Léman et nous devrions avoir une réponse d'ici à la fin de l'année. On sait par ailleurs que les concentrations mesurées de ces substances relarguées par les particules près des déversoirs d'orage ou des conduites qui drainent les eaux de pluie peuvent atteindre quelques centaines de nanogrammes par litre au moment d'événements pluvieux, ce qui n'est pas négligeable. On en retrouve également à des concentrations de l'ordre de quelques centaines de nanogramme par gramme dans les sédiments de surface. Par ailleurs, des concentrations élevées de particules de l'ordre du gramme par kilogramme, ont été relevées dans certains sols proches des routes. Ces niveaux de concentration requièrent toute notre attention.



ADOBESTOCK

De ce point de vue, le développement des voitures électriques n'est pas forcément une bonne nouvelle dans la mesure où elles sont globalement plus lourdes que les véhicules équipés d'un moteur à explosion...

Le poids est en effet un facteur qui augmente l'usure des pneus. Mais ce n'est pas le seul. La largeur des pneus a aussi un impact, de même que la manière de conduire. Une vitesse excessive, une conduite agressive ou des freinages brusques sont aussi des éléments qui favorisent le relâchement de particules de pneus dans l'environnement.

Est-il imaginable de développer des pneus qui soient moins toxiques du point de vue écologique?

L'équation n'est pas simple à résoudre dans la mesure où les contraintes sont importantes. Pour remplir sa fonction d'un point de vue sécuritaire, le pneu d'un véhicule doit, d'une part, être assez solide pour résister au poids de celui-ci, qui a plutôt tendance à augmenter. D'autre part, pour accrocher à l'asphalte, il est impératif que le pneu exerce une certaine friction sur la route. Cela étant, il y a sans doute une marge de progression importante sur la qualité du matériau lui-même et

sur les additifs utilisés actuellement dans le processus de fabrication.

Existe-t-il d'autres leviers pour tenter de juguler le problème?

Sur le plan technique, on commence à voir apparaître des systèmes qui permettent de piéger les particules au moment où elles se détachent du pneu. Le principe consiste à fixer sur le châssis du véhicule un appareil capable de suivre la trajectoire probable des particules et de les capter à l'aide d'un dispositif électromagnétique, un peu à la manière d'un papier tue-mouches. C'est une solution intéressante mais qui, pour l'heure, est encore en phase de test.

Faudrait-il une législation plus sévère en la matière?

On peut en effet adapter la législation pour réglementer l'usage de certains additifs comme cela a été fait pour la 6PPD dans certaines régions des États-Unis. Il est aussi envisageable d'exiger une plus grande transparence sur les éléments qui entrent dans la fabrication des pneus, ce qui a d'ailleurs été évoqué récemment au sein de l'Union européenne. C'est un bon moyen pour pousser les

fabricants à anticiper des problèmes dans le futur et donc à améliorer les procédures. Mais il y a aussi probablement un effort à faire en matière d'assainissement des routes.

C'est-à-dire?

Au-delà du problème lié aux particules de pneus, les routes drainent une quantité considérable de polluants. Plusieurs solutions sont envisageables pour en réduire l'impact sur l'environnement. En Suisse, certains cantons travaillent par exemple sur de nouveaux types d'asphalte capables de récupérer directement les eaux de pluie par absorption. Le système d'évacuation et de traitement des eaux de chaussée (Setec) dont nous disposons actuellement peut par ailleurs sans doute être optimisé afin de mieux récupérer les eaux de pluie. Enfin, dans un pays qui se targue de disposer de stations d'épuration très opérationnelles, on ne sait pas encore exactement dans quelle mesure ces installations sont capables de bloquer ou de diminuer l'impact de ce type de microparticules. Heureusement, il y a de nombreux travaux de recherche en cours sur la question, ce qui devrait permettre d'y voir plus clair dans un avenir proche.

Propos recueillis par Vincent Monnet