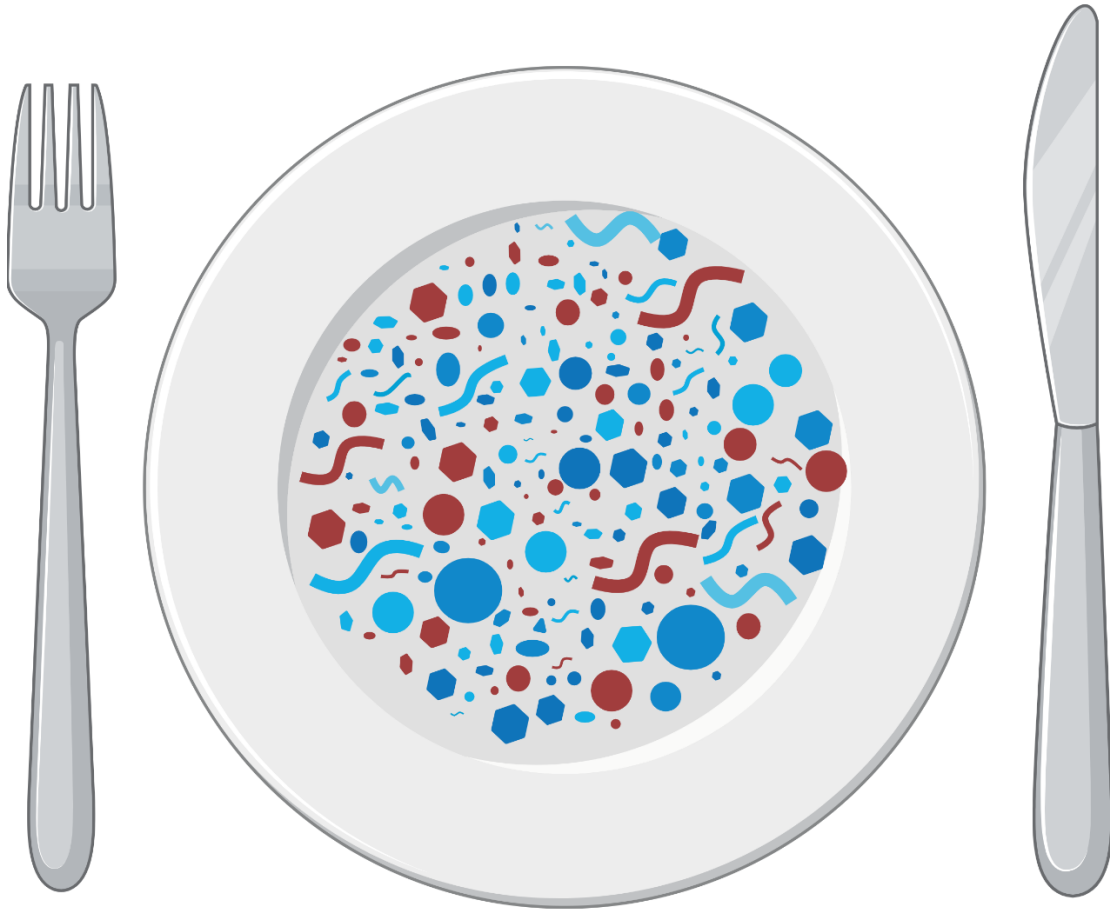


Analysis on the link between microplastics, the environment and public health.



Note d'information politique Résumé exécutif

Citation: Vercauteren Maaïke, Zhang Ting, Janssen Colin R. and Asselman Jana. 2023. Policy informing brief: Analysis on the link between microplastics, the environment and public health. Ghent University, Belgium, 136 pp.

Résumé (French)

Les plastiques sont des produits peu coûteux avec une grande durabilité et une polyvalence de conception élevée. Ils sont omniprésents car ils s'adaptent à une vaste gamme d'applications, allant du simple emballage à des applications dans les secteurs automobile et de la construction. Cette utilisation croissante des produits plastiques a conduit au développement d'une industrie plastique mondiale prospère dont la production mondiale a atteint 390,7 millions de tonnes de plastiques en 2021.

Le plastique – qu'il soit intentionnellement jeté comme déchet non collecté ou relâché involontairement par l'usure lors de son utilisation – s'est établi au cœur de notre environnement, contribuant ainsi à la pollution plastique. Dans un cadre toxicologique, les produits plastiques sont souvent classés en fonction de leur taille, avec une attention accrue pour les microplastiques, définis ici comme des particules de taille comprise entre 0,1 μm et 5 mm. Récemment, des préoccupations ont également été soulevées concernant les nanoplastiques, définis comme des particules entre 1 nm et 0,1 μm . Les micro- et nanoplastiques (MNP) proviennent soit d'une production industrielle intentionnelle (microplastiques/nanoplastiques primaires) soit de la dégradation progressive des plastiques dans l'environnement (microplastiques/nanoplastiques secondaires). Ce processus de dégradation est influencé par une interaction complexe de facteurs biotiques et abiotiques, comprenant la biodégradation et la photodégradation. Les plastiques, souvent mal compris, forment un groupe multidimensionnel de polluants où chaque particule peut être décrite par ses propres caractéristiques basées sur la taille, la composition polymérique, la forme, les caractéristiques de surface, les additifs chimiques, etc. Cette hétérogénéité inhérente rend la pollution par les microplastiques particulièrement difficile à étudier, entraînant des lacunes dans notre compréhension de la pollution par les microplastiques et ses effets sur l'environnement et la santé humaine.

Malgré les lacunes présentes dans la recherche, la pollution par les microplastiques a attiré l'attention dans plusieurs initiatives politiques aux niveaux mondial, européen, national et régional. Ces réglementations ont commencé à inclure ou à mentionner certains aspects critiques de la question, tels que la production plastique durable, la pollution plastique environnementale et le lien avec la santé humaine et la sécurité alimentaire. Malgré le lien reconnu entre la pollution environnementale et la santé humaine, et par extension la sécurité alimentaire, peu ou pas de cadres politiques liés à la santé humaine sont actuellement en place.

Ce problème, combiné aux lacunes en matière de connaissances scientifiques, montre clairement que des efforts supplémentaires sont nécessaires tant sur le plan scientifique que politique pour lutter contre la pollution plastique et faire progresser l'évaluation des risques liés aux MNP. L'objectif de cette note d'information politique est de fournir un aperçu de l'état actuel de la science concernant le lien entre les MNP, l'environnement et la santé humaine. Sur cette base, des recommandations sont formulées pour informer les décideurs sur les lacunes de la recherche actuelle et fournir des bases pour un cadre politique visant à lutter contre la pollution plastique.

La plupart des plastiques sont persistants, conduisant à une accumulation de ceux-ci dans pratiquement tous les compartiments environnementaux : le sol terrestre (en moyenne 6000 MP/kg de terre), l'eau douce (0,28-1265 MP/m³), l'environnement marin (1,5-9200 MP/m³) et l'atmosphère (0-14 MP/m³). Par

ailleurs, il est important de souligner que ces niches environnementales sont incontestablement connectées sous la forme d'un réseau complexe, communément appelé "cycle de vie des plastiques", de sorte que les MNP sont susceptibles de circuler entre les différents compartiments.

Les concentrations mentionnées dans tous les compartiments sont basées sur des observations réelles, limitées par le nombre d'échantillons, les limites analytiques, etc. Étant donné qu'aucune méthode normalisée n'est disponible pour l'échantillonnage, l'extraction et l'analyse des microplastiques dans les échantillons environnementaux, il existe une grande variabilité entre les études individuelles, ce qui complique la comparaison des résultats. De plus, les limites inférieures de taille rapportées dans la recherche sont fortement variables et dépendent des méthodes d'échantillonnage et d'analyse utilisées (le plus souvent 25 μm , 100 μm ou 300 μm). Cela a des implications sur les concentrations rapportées et entrave les comparaisons directes entre les études. Une solution possible pour remédier à cela à l'avenir est l'utilisation de modèles pour prédire la concentration, le destin et le transport des MNP. Cette approche pourrait combler d'importantes lacunes de connaissance et améliorer l'évaluation des risques de manière efficace en termes de temps et de coûts.

Lorsque les plastiques pénètrent dans l'environnement, ils peuvent agir comme des substrats qui peuvent interagir avec le milieu environnant. Cette interaction est principalement due à la grande hydrophobicité des plastiques. Généralement, deux types d'interactions sont étudiés. Premièrement, les produits chimiques présents dans l'environnement peuvent s'adhérer à la surface du plastique. Dans la partie belge de la mer du Nord, une étude a identifié plus de 200 composés organiques (ou groupes de composés) sur les déchets plastiques, y compris des polluants organiques persistants, des métaux et des médicaments. Deuxièmement, les particules de MNP peuvent interagir avec des macromolécules et des micro-organismes, formant respectivement une couronne de protéines et des biofilms. La communauté microbienne peut ainsi se fixer sur les débris de plastique pour former ce qu'on appelle "la plastisphère". Ces deux interactions peuvent affecter le destin, la biodisponibilité et les effets des plastiques.

En raison du large éventail de pollutions microplastiques, les personnes sont également exposées aux MNP par le biais de différents produits et voies de diffusion. La présence de MNP peut être considérée comme le résultat de l'ajout, intentionnel ou non, d'un contaminant susceptible d'affecter la santé humaine. Quelques exemples de produits dont on sait qu'ils contiennent des microplastiques (avec des concentrations variables) sont les fruits, les légumes, le sel, les produits alimentaires aquatiques, l'eau potable, les boissons alcoolisées et non alcoolisées. De plus, il existe des données limitées sur d'autres produits alimentaires tels que le sucre, le miel et le lait. Les sources de MNP dans ces produits ne sont souvent pas très claires, car elles peuvent provenir soit des aliments eux-mêmes, soit des processus de production ou de l'emballage. À partir de l'emballage en plastique, les MNP peuvent migrer vers les aliments ou les boissons. De plus, lors de la préparation des aliments, le stress thermique peut également entraîner la libération supplémentaire de MNP dans les aliments ou les boissons, par exemple en réchauffant des aliments dans un récipient en plastique au micro-ondes. Récemment, d'autres actions telles que la découpe d'aliments sur une planche à découper en plastique ont également été étudiées pour déterminer leur impact sur la présence de MNP dans les aliments.

L'inhalation de MNP est également une voie connue d'exposition humaine, avec des concentrations atmosphériques de microplastiques rapportées variant entre 0 et 14 MP/m³. Les premières préoccupations ont été exprimées à l'égard de l'exposition professionnelle des travailleurs d'usine aux

fibres de nylon dans l'air, avec des symptômes de toux, d'essoufflement et de fièvre observés. Cependant, une exposition quotidienne à des concentrations plus faibles a également été évaluée plus récemment comme un risque potentiel.

Plusieurs études ont tenté d'estimer l'ingestion quotidienne ou annuelle de microplastiques, en se basant sur les concentrations publiées et les taux de consommation des aliments étudiés. Cependant, les divergences méthodologiques des différentes études rend très difficile toute comparaison. L'estimation la plus fiable à ce jour suppose une ingestion quotidienne moyenne de 0,6 µg ou 883 microplastiques par jour pour les adultes. Il demeure important de souligner que les recherches actuelles sur la contamination microplastique des sources alimentaires sont encore limitées, puisqu'elles ne concernent qu'environ 25% des catégories d'aliments consommés quotidiennement. Par conséquent, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux appréhender l'exposition humaine.

Les personnes sont également exposées aux plastiques par le biais des produits de soins personnels. Les MNPs sont délibérément ajoutés aux produits de soins personnels, ainsi appelés microbilles (1-1000 µm), microsphères (1-1000 µm), microcapsules (1-2 µm) ou nanosphères (10-1000 nm). Outre la fonction bien connue de gommage ou d'exfoliation, les MNPs sont également utilisés comme épaississants, pour obtenir des produits plus lisses ou plus brillants, pour la libération contrôlée de substances actives, pour prolonger la durée de conservation en piégeant des ingrédients actifs dégradables, pour réguler la viscosité, comme émulsionnant, pour un effet de "floutage optique", pour des paillettes, etc. Aucune information détaillée n'est disponible sur les quantités de microbilles utilisées dans les produits cosmétiques ; une estimation complète des volumes totaux de microplastiques utilisés dans les cosmétiques fait donc défaut. Toutefois, une recherche bibliographique a permis de recueillir quelques informations sur les concentrations de microplastiques dans certains produits cosmétiques destinés à être rincés après utilisation. Dans ces produits, les concentrations varient entre 6,27 et 1,4 * 10¹³ MP par g ou ml de gel douche ou de gommage pour le visage, respectivement. Si l'on additionne l'émission de tous les produits de soins personnels à rincer, on obtient une émission brute quotidienne de 1,32 * 10¹² MP par habitant et par jour. Il est important de noter que les quantités de microplastiques dans les cosmétiques devraient diminuer dans les années à venir en raison des restrictions de REACH sur les MNPs ajoutés intentionnellement, y compris les MNPs dans les produits de soins personnels et les produits d'usage quotidien.

Enfin, les plastiques à usage unique sont également largement utilisés dans le secteur pharmaceutique et des soins de santé. Ces produits jouent notamment un rôle important en matière de prévention des contaminations. L'utilisation généralisée des plastiques dans les soins de santé peut entraîner une exposition aux MNPs, par le biais de la nutrition entérale, du stockage de médicaments dans des contenants en plastique, de l'utilisation d'inhalateurs, et de l'application de pommades et de gels pour les plaies et les perfusions intraveineuses.

En résumé, il existe en général trois voies principales d'exposition humaine aux MNPs : l'ingestion, l'inhalation et l'exposition cutanée. En raison de l'exposition élevée attendue (liée à de nombreuses sources), des mécanismes intrinsèques d'absorption dans les intestins et de la surface totale importante de ceux-ci (200 m²), l'ingestion est considérée comme la voie principale d'exposition. En raison des grandes quantités d'air inhalées combinées à la grande surface alvéolaire (environ 150 m²), de la fine barrière tissulaire et au vu des connaissances croissantes en matière de contamination potentielle par les

MNPs en suspension dans l'air, on estime que l'exposition par inhalation est la deuxième voie d'exposition la plus importante. L'exposition cutanée est censée être limitée en raison de la couche cornée épaisse et largement imperméable. Cependant, une lésion cutanée pourrait augmenter l'exposition. Dans le secteur médical, une quatrième voie d'exposition a été proposée : l'absorption par infusion de médicaments par injections intraveineuses, intra-osseuses, intramusculaires et intradermiques. L'importance de cette voie par rapport aux voies précédentes est actuellement inconnue. Néanmoins, par infusion, la première barrière tissulaire est surmontée, et la dispersion vers divers organes devient plus facile. Cela pourrait entraîner des effets néfastes prononcés sur la santé.

Une fois que les MNPs sont absorbés, ils peuvent provoquer des effets indésirables directs et indirects par absorption cellulaire, translocation et franchissement des barrières cellulaires, avec des conséquences potentielles pour la santé humaine. Les effets indirects décrits de l'ingestion et de l'inhalation de MNPs sont (1) l'interaction avec le microbiome ; (2) l'interaction avec la couche de mucus. Étant donné que la recherche sur les effets de l'exposition aux MNPs sur la santé humaine s'est principalement concentrée sur les effets de l'absorption cellulaire des MNPs, ces effets indirects ont jusqu'à présent été peu étudiés.

Une fois que les MNP sont absorbés par la cellule, par endocytose ou diffusion passive, ils peuvent traverser la barrière cellulaire et pénétrer dans la circulation sanguine. Ils peuvent ensuite être transportés vers d'autres organes où ils peuvent s'accumuler ou causer des effets négatifs aux cellules. Des études récentes ont accordé plus d'attention au franchissement potentiel de barrières tissulaires secondaires telles que la barrière placentaire et la barrière hémato-encéphalique. Toutefois, cette question fait encore l'objet d'études détaillées afin de mieux comprendre ces processus et les risques potentiels qu'ils présentent. Il est important de noter que l'absorption des MNP dans les tissus semble malgré tout être limitée. Des études récentes suggèrent une absorption des MNP allant jusqu'à 7,7 % de la dose administrée, tandis que d'autres MNP peuvent être excrétés par les selles.

Au niveau cellulaire, les microplastiques peuvent causer des effets toxiques, principalement sous forme de stress oxydatif, d'inflammation et de génotoxicité. Lors de l'absorption des MNP, les cellules essaieront de neutraliser les MNP. Au cours de ce processus, des espèces réactives de l'oxygène (ROS) sont générées. La production de ROS affecte différents processus cellulaires et peut entraîner des dommages aux membranes lysosomales, une dysfonction mitochondriale, des dommages à l'ADN et l'apoptose. De plus, les cellules considèrent les MNP comme des matériaux étrangers et activent le système immunitaire, en stimulant des cytokines pro-inflammatoires telles que l'IL-6 et l'IL-8. Le transport interne vers les noyaux cellulaires peut causer des ruptures d'ADN qui conduisent à des effets génétiques. En se basant sur les effets observés au niveau cellulaire, des prédictions peuvent être faites quant aux effets potentiels sur l'homme, la corrélation entre les microplastiques et le cancer ou l'obésité ayant déjà été suggérée. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer le risque des MNP pour la santé humaine avec une fiabilité suffisante.

La principale question de recherche à l'heure actuelle est de savoir quels sont les risques pour la santé humaine liés à l'exposition aux MNP. Cependant, les connaissances scientifiques disponibles sont actuellement insuffisantes pour permettre une évaluation fiable de ces risques. D'une part, cela est dû à un manque de surveillance normalisée des concentrations d'exposition (surveillance des MNP dans l'environnement, l'alimentation et les produits chimiques combinée à une biosurveillance humaine). Le principal obstacle à cela est l'absence de méthodes normalisées pour mesurer les MNP dans différentes

matrices. D'autre part, des données pertinentes sur les effets font actuellement défaut, conduisant à un manque de valeurs guides basées sur la santé qui indiqueraient une ingestion recommandée de MNP pour une période donnée. Cette absence de données est considéré comme le deuxième obstacle à une évaluation fiable des risques.

Outre les recommandations visant à combler les lacunes en matières de connaissances scientifiques, les risques des MNP pour la santé humaine devraient occuper une place de plus en plus importante dans l'agenda politique. L'approche politique recommandée est double. Premièrement, à titre de précaution, de mesures préventives à court terme liées à la pollution plastique peuvent être prises. En outre, des valeurs guides provisoires basées sur la santé peuvent également être définies. Deuxièmement, il convient d'élaborer un cadre politique étayé par des connaissances scientifiques pour éviter davantage de pollution par les MNP, et minimiser son impact sur notre environnement et notre santé, aujourd'hui et à l'avenir. Pour surmonter la pollution plastique, ce cadre devra se baser sur une approche holistique abordant conjointement la production et la pollution plastique, en tenant compte des risques des MNP pour les écosystèmes et la santé humaine.

La croissance attendue de la production de plastiques laisse présager une augmentation de la pollution par les (micro)plastiques dans un avenir proche. Une fois dans l'environnement, la recherche a démontré que les plastiques sont persistants et peuvent se décomposer en MNP plus petits et potentiellement plus dangereux. De plus, une fois libérés dans l'environnement, il est difficile de les éliminer, augmentant ainsi le risque d'effets indésirables. Ces connaissances suggèrent que la pollution plastique n'est pas seulement un risque potentiel à l'heure actuelle, mais que la question restera pertinente dans les années à venir. Cela nous oblige à prendre des mesures, tant sur le plan scientifique que politique.