



Disponible en ligne sur : ASJP

e-AJHR

e-Algerian Journal
Health & Research

<https://asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/968>



Revue de la littérature

Exposition humaine aux micro/nano-plastiques :

Impacts sanitaires - Revue de la littérature

Human exposure to micro /nano-plastics: health impacts-literature review

K. DOUAL^(a,b) , N. LIANI ^(a,b) , A. BACHA^(a,b)

^a Université des science de la santé Youcef Elkhatib ,faculté du médecine

^b Service de médecine du travail ,EHS Pierre et Marie Curie Alger

Auteur correspondant : **Doual Kheira.**

Adresse e-mail : kheiradoul@gmail.com

Résumé

Les microplastiques (MP) et les nanoplastiques (NP) constituent un risque émergent majeur pour la santé humaine et l'environnement. Issus de la dégradation des plastiques, ces particules se diffusent largement, principalement en raison d'une production mondiale exponentielle, qui a dépassé 22 millions de tonnes en 2023 et devrait atteindre 12 milliards de tonnes d'ici 2050. Leur présence ubiquitaire dans l'eau, les aliments, l'air et divers produits de consommation suscite des préoccupations croissantes quant à leurs effets toxicologiques. Cette revue de littérature, fondée sur l'analyse des publications scientifiques récentes (2020-2024) issues de bases de données telles que PubMed et ScienceDirect, vise à explorer les modes d'exposition humaine aux MP/NP, ainsi que leurs impacts sur la santé humaine.

Les résultats ont mis en évidence trois principales voies d'exposition : ingestion, inhalation et contact cutané, auxquelles s'ajoute l'utilisation de dispositifs médicaux en plastique. Une fois absorbés, les MP/NP s'accumulent dans divers organes, tels que l'intestin, les poumons, le placenta, les testicules, la vessie et le foie, où ils induisent des inflammations chroniques, des dommages cellulaires et des perturbations endocriniennes. Des études suggèrent également des effets néfastes liés à la présence de composés chimiques toxiques dans les MP, tels que les phtalates et le bisphénol A. Ces résultats soulignent la nécessité de poursuivre les recherches pour mieux comprendre les mécanismes d'action par lesquels ces particules affectent la santé humaine et développer des politiques visant à limiter leur production et leur propagation dans l'environnement.

© 2025e-AJHR. Tous droits réservés

Mots clés : Microplastiques , nanoplastiques , exposition , effets , santé humaine.

Abstract

Microplastics (MP) and nanoplastics (NP) represent a major emerging risk to human health and the environment. Derived from the degradation of plastics, these particles are widely distributed, mainly due to exponential global production, which exceeded 22 million tonnes in 2023 and is expected to reach 12 billion tonnes by 2050. Their ubiquitous presence in water, food, air and various consumer products is giving rise to growing concerns about their toxicological effects. This literature review, based on the analysis of recent scientific publications (2020-2024) from databases such as PubMed and ScienceDirect, aims to explore the modes of human exposure to MP/NP, particularly in occupational settings, as well as their impacts on human health.

The results revealed three main routes of exposure: ingestion, inhalation and skin contact, plus the use of plastic medical devices. Once absorbed, MP/NP accumulate in various organs, such as the intestine, lungs, placenta, testicles, bladder and liver, where they induce chronic inflammations, cell damage and endocrine disruption. Studies also suggest adverse effects linked to the presence of toxic chemical compounds in MP, such as phthalates and bisphenol A. These findings underline the need for further research to better

understand the mechanisms by which these particles affect human health, and to develop policies aimed at limiting their production and spread in the environment.

© 2025 e-AJHR. All rights reserved.

keywords: Microplastics , nanoplastics , exposure , effects , human health.

Introduction

Les plastiques sont largement utilisés dans la vie quotidienne et dans diverses industries depuis près de 70 ans en raison de leur durabilité exceptionnelle, de leur légèreté, de leur faible coût et de leurs nombreuses autres qualités intrinsèques avantageuses (Ahmed et al., 2023 ; Debraj et Lavanya, 2023). Cela a entraîné une augmentation considérable de leur production mondiale, qui, depuis 1950, a atteint plus de 22 millions de tonnes métriques en 2023. D'ici 2050, cette production devrait atteindre 12 milliards de tonnes métriques (Sobhani et al., 2020).[1]

Parmi les principaux types de plastiques, on distingue les thermoplastiques et les

Thermodurcissables. La différence entre les deux réside dans le fait qu'un thermodurcissable ne peut pas être refondu, contrairement à un thermoplastique, qui lui peut l'être. Les thermoplastiques comprennent des matériaux tels que le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP),

le polychlorure de vinyle (PVC), le polyéthylène téréphtalate (PET), le polystyrène (PS), le polycarbonate (PC) et le polyamide (PA). Les thermodurcissables, quant à eux, incluent le polyuréthane (PU),

les résines époxydes, les esters vinyliques et les silicones.[2]

Lors de la dégradation des plastiques, une catégorie de déchets appelée microplastiques (MP) qui se forme, sont des particules dont la taille est inférieure à 5 mm. Toutefois, des recherches récentes suggèrent que la taille minimale des microplastiques pourrait descendre jusqu'à 1 nm (Law et Thompson, 2014 ; Koelmans et al., 2022). Les nanoplastiques (NPT), quant à eux, désignent les particules à l'échelle nanométrique, leur taille varie jusqu'à une limite supérieure de 100 à 1000 nm (Mitrano et al., 2021 ; Ter Halle et Ghiglione, 2021).[1]

Selon leur processus de formation, les MNP peuvent être divisés en MNP primaires et MNP secondaires (Cole et al., 2011 ; C. Wang et al., 2021). Les MNP primaires sont de minuscules morceaux de plastique produits directement par des processus industriels. Ce type de MNP peut être rejeté dans l'environnement aquatique par les rivières et les installations de traitement des eaux usées. On les retrouve également dans des produits de consommation courante tels que les dentifrices, les nettoyants pour le visage et d'autres produits cosmétiques. Les MNP

secondaires, quant à eux, sont des particules de plastique de forme irrégulière, formées à partir de grandes quantités de plastique déjà présentes dans l'environnement. Ces particules résultent de divers processus physiques, chimiques et biologiques, tels que la fragmentation, la dégradation et la transformation biologique (Wong et al., 2020 ; Manzi et al., 2022).^[3]

La présence généralisée des MNP dans divers environnements, combinée à la menace potentielle qu'ils représentent, a suscité des préoccupations croissantes concernant leurs effets sur la santé et l'environnement à l'échelle mondiale (Galloway, 2015 ; Prata et al., 2020). Ce présent article a pour objectif de décrire les différents modes d'exposition aux micro(nano)plastiques, et d'évaluer leurs impacts sur la santé humaine.^[1]

Méthodologie :

Stratégie de recherche et sélection des études

Pour réaliser cette étude, des recherches bibliographiques ont été menées sur les bases de données PubMed, Science Direct, springer Link, et Scopus en incluant les mots clé spécifiques relatifs à l'exposition humaine aux microplastiques et nano-plastiques : « micro nano-plastiques », « Microplastiques et définition », « modes d'exposition humain », « toxicité des microplastiques ».

Les requêtes ont été affinées en utilisant des filtres pour limiter les publications aux articles publiés entre 2020 et 2024, en langue anglaise, et axés principalement sur les effets des MNP sur la santé humaine.

Les études incluses dans cette revue de la littérature devaient respecter certains critères. Les critères d'inclusion étaient les suivants : Études empiriques ou revues systématiques traitant de l'exposition humaine aux MNP par ingestion, inhalation ou contact cutané / Articles portant sur les effets toxicologiques des MNP sur des organes cibles, tels que les poumons, l'intestin, ou le système reproducteur.

Les études qui se concentraient uniquement sur l'impact des micro(nano)plastiques dans les environnements marins, sans lien direct avec l'exposition humaine, ont été exclues ; de même que les études expérimentales.

Dans un premier temps, les titres et résumés des articles ont été examinés pour éliminer ceux qui ne répondaient pas aux critères d'inclusion. Les études potentiellement pertinentes ont ensuite été lues en détail pour confirmer leur inclusion dans la synthèse finale. Ce processus de tri a permis de restreindre la sélection à environ 50 études pertinentes, qui ont été intégrées dans cette analyse, retrouvées dans 15 articles.

RESULTATS

Mode d'exposition

La pénétration des MNP dans l'organisme se fait par voie digestive, pulmonaire et par contact directe avec la peau.(Prata et al., 2020 ; J.-L. Xu et al., 2022). Il est important de signaler que l'utilisation de plastiques médicaux modernes constitue également une voie d'exposition non négligeable (Gopinath et al., 2022).^[3]

1- L'ingestion

Des recherches récentes sur l'exposition et la toxicité des microplastiques et des nanoplastiques ont montré que l'ingestion est la principale voie par laquelle les MNP pénètrent l'organisme humain.[4]

Des enquêtes antérieures sur les habitudes alimentaires et le mode de vie des Américains ont révélé que chaque personne consomme entre 39 000 et 52 000 particules de microplastiques (MPs) par an (Cox et al., 2019). Si l'on inclut les particules inhalées et ingérées, ces estimations augmentent à 74 000 et à 121 000 particules (Cox et al., 2019). Par ailleurs, ceux qui boivent uniquement de l'eau en bouteille ingèrent indirectement environ 90 000 particules de MPs, contre seulement 4 000 avec l'eau du robinet (Cox et al., 2019) [5]. Une autre recherche sur 259 échantillons d'eau en bouteille de différentes marques a constaté que 93 % étaient contaminés par des MNP (Mason et al., 2018).[3] La principale raison de ces niveaux plus élevés de microplastiques dans l'eau en bouteille, par rapport à l'eau du robinet, réside dans l'utilisation de produits en plastique lors de leur production, de leur traitement et de leur conditionnement, ainsi que l'usure des équipements de production.[6] Toutefois,

des études montrent que l'eau du robinet n'est pas exempte de contamination. Une étude sur l'eau potable des villes chinoises a révélé que 38 échantillons d'eau du robinet provenant de différentes villes contenaient tous des MNP, avec une proportion particulièrement élevée de particules de moins de 50 µm (Tong et al., 2020).[3] Ces études indiquent que, bien que l'eau embouteillée soit généralement plus contaminée, l'eau du robinet représente

également une source non négligeable d'exposition aux MNP pour l'homme.

Parallèlement, plusieurs études ont montré que les sachets de thé en plastique, lorsqu'ils sont trempés à haute température, peuvent libérer des MNP (Hernandez et al., 2020), ce qui suggère que les emballages ou conteneurs en plastique couramment utilisés dans la vie quotidienne peuvent également libérer des MNP après exposition à des températures élevées et contaminer les aliments (J. Deng et al., 2022).[3] Selon une étude récente menée à l'Université McGill au Canada, un sachet de thé en plastique infusé à une température de 95 °C a libéré environ 11,6 milliards de microplastiques dans le thé infusé (Hernandez et al., 2019).[7]

Des micro(nano)plastiques ont été découverts dans divers produits alimentaires, notamment le sel et le sucre (Liebezeit et Liebezeit, 2013). Une étude portant sur 17 marques de sel provenant de 8 pays différents a montré que les particules de type MP représentaient 1 à 10 microplastiques/kg (Karami et al., 2017). Les microplastiques ont également été détectés dans l'eau en conserve (Ossmann et al., 2018), les mollusques bivalves (Li et al., 2016 ; Naji et al., 2018), ainsi que dans les poissons commerciaux et les crustacés (Bessa et al., 2018 ; Karbalaie et al., 2018 ; Neves et al., 2015).[5]

Conti et al. ont étudié la présence de MNP dans les fruits comestibles (tels que la pomme et la poire européenne) et les légumes (notamment la laitue, le brocoli, la carotte et la pomme de terre) provenant des marchés locaux de Catane, en Italie. L'étude

a mis en évidence des concentrations moyennes de microplastiques (MP) de l'ordre de 1 à 4 μm , avec des niveaux respectifs d'environ 190 000 à 196 000 particules/g de poids frais (p.f.) pour les fruits et de 51 000 à 126 000 particules/g de poids frais pour les légumes. Par ailleurs, des études comparant le nombre et la taille des microplastiques dans ces fruits et légumes ont révélé que les pommes étaient les fruits les plus contaminés, tandis que les carottes étaient les légumes les plus touchés.[6]

A ce sujet, deux études de Cox et al. (2019) et Senathirajah et al. (2021) sont très référencées, la première a examiné l'exposition alimentaire en fonction du sexe et de l'âge, en se basant sur les niveaux moyens établis de microplastiques dans six types d'aliments différents. Les valeurs d'exposition ont été extrapolées à partir de l'apport alimentaire recommandé, ce qui a conduit à une estimation générale de l'ingestion pouvant atteindre 52 000 particules par an. Senathirajah et al. (2021), quant à eux, ont fondé leur estimation sur un large éventail de 59 articles de recherche, indiquant une ingestion quotidienne allant de 0,2 à 10 mg par jour et par kilogramme pour une personne de 70 kg, soit entre 0,1 et 5 g par semaine. Cependant, l'étude de Nor et al. (2021) a révélé que Cox et al. (2019) sous-estiment l'apport, tandis que Senathirajah et al. (2021) le surestiment en raison de leurs approches méthodologiques limitées.[2]

En plus d'être naturellement présents dans les aliments eux-mêmes, les MNP peuvent également être générés lors des étapes de production et de transformation (qui pourrait inclure des étapes comme la

cuisson, le conditionnement ou l'emballage). Les moules transformées vendues dans les supermarchés britanniques contiennent environ 1,4 particule de MNP par gramme, ce qui est plus élevé que la quantité trouvée dans les moules non transformées, qui est de 0,9 particule par gramme (Li et al., 2018).[8]

2-L'inhalation :

Les microplastiques, en tant que nouveau type de polluant environnemental atmosphérique, sont présents presque partout. Les sources et la distribution des microplastiques dans l'air présentent des caractéristiques distinctes à l'intérieur et à l'extérieur des maisons. À l'intérieur, les microplastiques proviennent principalement des textiles synthétiques, des filtres de climatisation et de la poussière domestique, leurs principaux composants étant le polypropylène (PP), le polyéthylène (PE) et le polystyrène (PS). À l'extérieur, les microplastiques sont principalement issus de l'usure des pneus, des revêtements de marquage routier, de l'asphalte et de la poussière de rue, ils sont composés de polyéthylène (PE) et de polyéthylène téréphtalate (PET). Les microplastiques, tant intérieurs qu'extérieurs, se présentent principalement sous forme de fibres (95 %), suivies de débris (4 %), ainsi que de mousse et de film (moins de 1 %).[6]

L'analyse des données recueillies à partir de neuf études visant à évaluer l'exposition humaine aux microplastiques par voie respiratoire a révélé que la quantité de microplastiques inhalée par personne et par an était d'environ $(0,21-2,51) \times 10^6$ microplastiques/an. Parmi ceux-ci, environ $(0,16-2,30) \times 10^6$ microplastiques étaient inhalés à l'intérieur, tandis qu'environ

$(0,46-2,10) \times 10^5$ microplastiques étaient inhalés à l'extérieur [6]. De plus, des estimations spécifiques pour les environnements extérieurs ont montré qu'à Shanghai, l'inhalation annuelle personnelle de microplastiques en suspension dans l'air était d'environ 7665 microplastiques, tandis qu'à Wenzhou (Chine), une exposition beaucoup plus élevée, atteignant environ 1 million de microplastiques par an, a été supposée.[9]

En raison de la pandémie de COVID-19, l'inhalation de microplastiques due au port de masques est devenue un sujet de recherche important. Selon une étude menée par Bhangare et al. (2023), le nombre total de microplastiques par masque variait entre $5\,421 \pm 1\,417$ et $15\,113 \pm 3\,532$ (moyenne $\pm$ écart-type). Hangare et al. ont montré que lors d'un cycle d'utilisation de 8 heures d'un masque, des milliers de micro(nano)plastiques sont libérés. Cependant, les masques jouent également un rôle protecteur en constituant une barrière contre certains MNP en suspension dans l'air ambiant. En ce sens, les masques chirurgicaux et les masques N95 se sont avérés être les plus efficaces pour réduire le risque d'inhalation de MNP, tandis que les masques en coton semblent, au contraire, augmenter ce risque.[9]

3- Le contact cutané

Le contact cutané constitue une voie importante de pénétration des microplastiques (MNP), car ils sont suffisamment petits pour traverser la barrière cutanée (Celebi Sozener et al., 2020).[3]

Un seul cycle de lavage d'un vêtement synthétique peut libérer des millions de

microplastiques (MNP) fibreux (De Falco et al., 2018), et un sweat-shirt en fibre synthétique peut émettre des dizaines de milliers de particules microplastiques (Ly et al., 2019). Ajouté à cela, des particules microplastiques sont fréquemment retrouvées dans les produits de soins personnels quotidiens, tels les cosmétiques et les nettoyants pour le visage (Guerranti et al., 2019 ; Sun et al., 2020).[3]

4- l'utilisation médicale

Les plastiques sont couramment utilisés dans les activités médicales en raison de leur résistance à la corrosion, de leur inertie et de leur bonne stabilité. Les composants en plastique des dispositifs médicaux comprennent un grand nombre de cathéters intravasculaires, de stents, de prothèses et d'autres implants, ainsi que des flacons, des tubes de perfusion, des seringues et des aiguilles à demeure (Das et al., 2021).[3]

Les conteneurs de médicaments et les plastiques médicaux peuvent libérer des micro- et nano-plastiques pendant le stockage et le transport. De plus, ils peuvent également libérer des produits chimiques et des additifs présents dans les plastiques, tels que des phtalates et du bisphénol (Gopinath et al., 2022).[3]

Dans leur rapport, Zheng et al. (2023) ont indiqué que les nouveaux dispositifs de perfusion jetables en PVC contiennent en moyenne 931,4 particules de microplastiques (MP) et une masse moyenne de 0,040 μg de nanoparticules (NP). Dans des conditions de perfusion normales, les MP et NP libérées varient respectivement de 1003,6 à 3494,6 particules et de 0,042 à 0,087 μg , ces

valeurs augmentant avec la durée et la température de la perfusion.[8]

Impacts sur la santé humaine

Bien que l'impact physique des micro- et nanoparticules (MNP) sur le système humain ait été théorisé et discuté depuis un certain temps, les recherches in vivo et in vitro n'ont réellement débuté qu'en 2017. Ces dernières années, l'intensification des études sur les effets des MNP sur la santé humaine a été largement stimulée par la reconnaissance des risques potentiels associés à leur absorption par le corps humain. Les premières recherches se sont focalisées sur l'étude des mouvements et des effets des MNP sur des lignées cellulaires spécifiques, telles que les cellules épithéliales intestinales et pulmonaires, ainsi que sur des expérimentations animales principalement des rats et des souris utilisés comme modèles pour évaluer les risques pour la santé humaine.[10]

Ces études ont observé la présence de microplastiques dans de nombreux tissus humains, notamment les poumons, l'intestin, le placenta, le sang, les veines, les testicules, la vessie, le foie, le cœur, ainsi que dans d'autres échantillons tels que le lait maternel, les selles, l'urine, le sperme, les cheveux et la salive.[2]

Bien que l'examen des tissus recueillis ne puisse être considéré que comme une collecte de données rétrospective et observationnelle, sans pour autant établir de causalité, plusieurs informations intéressantes émergent de ces recherches. D'abord, malgré les différences importantes observées entre les individus au sein des différentes études, les résultats actuellement disponibles suggèrent que l'intestin abrite la

plupart des microplastiques, avec une grande quantité de particules dans les selles, tandis que, dans les poumons et la peau, ils sont moins abondants. Il est également important de noter que les résultats de ces études ne reflètent pas nécessairement les niveaux d'exposition antérieurs, car ils ne prennent pas en compte la capacité de chaque tissu à retenir les microplastiques.[2]

Une disproportion dans l'accumulation de microplastiques a été observée à plusieurs reprises entre les tissus sains et malades, suggérant un lien potentiel avec la maladie humaine. Une abondance plus élevée a été notée dans les tissus tumoraux par rapport aux tissus sains, notamment dans les poumons (Jenner et al., 2022 ; Pauly et al., 1998 ; Chen et al., 2022), l'intestin (Ibrahim et al., 2021 ; Çetin et al., 2023 ; Baygutalp et al., 2022) et la vessie (Krafft et al., 2023). De plus, des microplastiques ont été détectés dans des échantillons de foie cirrhotique, tandis qu'aucun MP n'a été observé dans des échantillons de foie normal (Horvatits et al., 2022). Une plus grande abondance a également été retrouvée dans les selles des patients atteints de maladies inflammatoires de l'intestin (MICI) par rapport aux personnes en bonne santé (Yan et al., 2022). Malgré ces observations, il est important de souligner qu'un lien de cause à effet entre l'exposition aux microplastiques et la maladie ne peut pas être établi. En effet, l'accumulation dans les tissus malades pourrait être favorisée par la perméabilité tissulaire induite par la maladie (Yan et al., 2022 ; Sorci et Loiseau, 2022 ; Zheng et al., 2021 ; Tong et al., 2022).[2]

Toutefois, plusieurs facteurs peuvent affecter l'accumulation tissulaire, tels que l'apport alimentaire, les conditions de vie, l'âge et le sexe. Les enfants présentent des quantités plus importantes de microplastiques dans leurs selles que les adultes, ce qui pourrait être attribué à l'utilisation presque exclusive de produits en plastique durant les premières années de développement et à la tendance à la mastication aveugle des nourrissons (Zhang et al., 2021c). En revanche, les personnes âgées montrent une plus grande accumulation dans les poumons par rapport aux plus jeunes (Baeza-Martínez et al., 2022 ; Chen et al., 2022), et les habitudes de tabagisme sont positivement corrélées avec le nombre de microplastiques dans les expectorations (Huang et al., 2022b). Enfin, des différences entre les sexes ont été observées, avec une plus grande quantité de microplastiques alvéolaires chez les femmes (Baeza-Martínez et al., 2022), tandis que les hommes présentent une accumulation plus élevée dans les cheveux, la peau et la salive (Abbasi et Turner, 2021). Cependant, aucune différence entre les sexes n'a été observée dans les échantillons fécaux (Yan et al., 2022), et cela reste non signalé pour d'autres types de tissus.[2]

1- Effets sur le système digestif

Plusieurs auteurs ont estimé que plus de 90 % des microplastiques (MP) ingérés étaient éliminés via les fèces (CONTAM 2016 ; Wright et Kelly 2017). L'absorption intestinale des MP dépend de la taille des particules et semble être très faible. Les particules de quelques microns ou moins peuvent être absorbées directement par phagocytose et endocytose, celles jusqu'à

10 µm peuvent être captées par des cellules spécialisées dans la plaque de Peyer de l'iléon. Les particules allant jusqu'à 130 µm peuvent pénétrer dans les tissus par voie paracellulaire. En revanche, les particules de plus de 150 µm ne sont pas absorbées, ce qui entraîne seulement des effets locaux sur le système immunitaire et l'inflammation de l'intestin (CONTAM 2016 ; Powell et al. 2010 ; Stefens 1995).[10]

Le microbiote intestinal est une communauté écologique complexe qui joue un rôle essentiel dans la digestion des fibres alimentaires, la biosynthèse des vitamines et la défense contre les bactéries pathogènes. L'ingestion de concentrations élevées de microplastiques peut perturber l'équilibre de la flore intestinale, modifiant ainsi les espèces et le nombre de micro-organismes présents, ce qui entraîne une altération de l'abondance bactérienne et de la diversité de la flore. Il a été observé que l'abondance de *Staphylococcus* dans l'intestin augmente considérablement, tandis que celle de *Parabacteroides* diminue. Ce déséquilibre provoque la libération de certains produits bactériens toxiques, pouvant entraîner une inflammation. En conséquence, le système immunitaire est affecté, ce qui augmente la sensibilité de l'organisme aux infections, aux maladies chroniques, ainsi qu'aux troubles du métabolisme intestinal des nutriments. [6]

Une étude de Fournier et al. (2023) a évalué les effets des microplastiques en polyéthylène (PE) (1-10 µm) sur la barrière intestinale du microbiote humain en utilisant un modèle de côlon artificiel muqueux (M-ARCOL), couplé à une coculture de cellules Caco-2 et de cellules

sécrétant du mucus. L'exposition aux PE-MP (21 mg de MP dans 8 mL d'eau pendant 14 jours a entraîné une augmentation des bactéries nocives, tels que les *pathobiontes*, les *Desulfovibrionaceae* et les *Enterobacteriaceae*, tout en réduisant la présence des bactéries bénéfiques comme les *Christensenellaceae* et les *Akkermansiaceae*, tant en termes de composition que d'activité métabolique. Cependant, aucun effet significatif n'a été observé sur la perméabilité et l'inflammation de la barrière mucus/épithélium. Bien que cette étude fournisse des informations cruciales sur les effets des MP sur l'intestin humain, une limitation majeure réside dans le fait qu'elle n'utilisait que des microbilles de PE vierges (non modifiées, sans additifs et sans contaminants), qui ne reflètent pas entièrement les formes ingérées.[12]

Par ailleurs quatre-vingt-un gènes codant pour des enzymes de dégradation du plastique ont été identifiés dans le microbiome intestinal humain, indiquant une adaptation de ce microbiome à la pollution par les microplastiques (MP) (Nugrahapraja et al., 2022).[12]

Yan et al. Ont également constaté que la teneur en MP dans les selles des patients atteints de maladies inflammatoires de l'intestin (MII) était significativement plus élevée que chez les sujets sains, révélant également que la gravité de la MII était associée aux niveaux de MP présents dans les échantillons (Yan et al., 2022a). [11]

En somme, l'inflammation intestinale apparaît comme un effet indésirable courant induit ou favorisé par l'exposition aux micro(nano)plastiques (MNP), attribuable à l'altération du microbiote et à la

dysrégulation immunitaire causées par ces substances.

Références bibliographiques

1. Xiaonan Wang , Jiahao Li , Xiangliang Pan 2024 How micro-/nano-plastics influence the horizontal transfer of antibiotic resistance genes - A review <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173881>.
2. Sybren De Boever , Lindsey Devisscher , Mathieu Vinken 2024 Unraveling the micro- and nanoplastic predicament: A human-centric insight <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170262>.
3. Xuan Song , Lixia Du, Ling Sima , Dan Zou, Xihong Qiu 2023 Effects of micro(nano)plastics on the reproductive system: A review <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139138>.
4. Mariateresa Russo, Mariateresa Oliva, M. Iftikhar Hussain, Adele Muscolo 2023 The hidden impacts of micro/nanoplastics on soil, crop and human health <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100870>.
5. Yan-Bo Ma, Zhuo-Yuan Xie, Naima Hamid, Qi-Ping Tang, Jiao-Yun Deng, Lin Luo, De-Sheng Pei 2023 Recent advances in micro (nano) plastics in the environment: Distribution, health risks, challenges and future prospects <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106597>.
6. Ziye Yang^{1,2} · Meixue Wang² · Zhihong Feng² · Ziqi Wang² · Mingxia Lv² · Jinghao Chang² · Liqun Chen² · Can Wang^{1,3} 2023 Human Microplastics Exposure and Potential Health Risks to Target Organs by Different Routes: A

Review <https://doi.org/10.1007/s40726-023-00273-8>.

7. Mintallah Mousa A. Allouzi, Doris Ying Ying Tang, KitWayne Chew, Jörg Rinklebe, Nanthi Bolan, Safa Mousa A. Allouzi, Pau Loke Show 2021 Micro (nano) plastic pollution: The ecological influence on soil-plant system and human health <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147815>.

8. Yanxu Zheng, Shengchao Xu, Jingyu Liu, Zhixiong Liu 2024 The effects of micro- and nanoplastics on the central nervous system: A new threat to humanity? <https://doi.org/10.1016/j.tox.2024.153799>.

9. Dehua Luo, Xinyun Chu, Yue Wu, Zhenfeng Wang, Zhonglu Liao, Xiaoliang Ji, Jingjuan Ju, Bin Yang, Zheng Chen, Randy Dahlgren, Minghua Zhang, Xu Shang 2023 Micro- and nano-plastics in the atmosphere: A review of occurrence, properties and human health risks <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.133412>.

10. Bozidar Udovicki, Mirjana Andjelkovic, Tanja Cirkovic-Velickovic and Andreja Rajkovic 2022 Microplastics in food: scoping review on health effects, occurrence, and human exposure <https://doi.org/10.1186/s40550-022-00093-6>.

11. Ruiyang Ding, Yiming Ma, Tianyu Li, Mengqi Sun, Zhiwei Sun, Junchao Duan 2023 The detrimental effects of micro-and nano-plastics on digestive system: An overview of oxidative stress-related adverse outcome pathway <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163144>.

12. Nurshad Ali, Jenny Katsouli, a Emma L. Marczylo, c, d Timothy W. Gant, Stephanie Wright, c and Jorge Bernardino

de la Serna 2023 The potential impacts of micro-and-nano plastics on various organ systems in humans <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104901>.

13. Waseem Ali, Rehana Shah Nawaz Buriro, Jameel Ahmed Gandahi, Yan Chen, Zain ul Aabdin, Sahar Bhutto, Jian Sun, Jiaqiao Zhu, Zongping Liu, Hui Zou 2024 A critical review on male-female reproductive and developmental toxicity induced by micro-plastics and nano-plastics through different signaling pathways <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2024.110976>.

14. Muhammad Tanveer, Nimra Mansha, Afzal Nimra, Muhammad Babar Khawar, Ali Afzal, Hanan Afzal, Muhammad Farooq, Sadia Ehsan, Rabbia Rana, Sara Shahzaman 2023 Microplastics: unraveling the signaling pathways involved in reproductive health <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29273-3>.

15. Nishu Mittal, Neeraj Tiwari, Dhananjay Singh, Prabhanshu Tripathi, Sapna Sharma 2023 Toxicological impacts of microplastics on human health: a bibliometric analysis <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30801-4>.

