

Should we have sleepless nights because of PFAS pollution

For several emerging chemical contaminants, such as per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and microplastics, drinking water is just about the most common exposure route for many populations. Yet, these chemicals remain largely unregulated or have standards and guidelines that vary widely across states and countries (Deziel & Villanueva 2024). A recent study by Marchiandi et al. (2024) examined the impact of beverage packaging materials and found that 63 endocrine-disrupting chemicals (EDC), including PFAS and a good number of other contaminants, were found in 144 out of the 162 screened samples. A Spanish research group has focused on PFAS compounds migrating from different food-contact materials, including trays made of both virgin and recycled cardboard, biopolymers, paper or Teflon, from different markets. The results illustrate the worrying presence of PFAS contamination in Chinese-made materials (Vera et al. 2024). Another exploratory research on PFAS migration demonstrates that bio-based packaging from biodegradable sources also causes concern for human health, despite being greener alternatives (Simonetti et al. 2024).

A set of examples can never be complete

That we are all exposed to PFAS is indisputable: on top of ingesting contaminated food or drinking water, we are exposed to PFAS when we breathe polluted air or even when PFAS from cosmetics and other skincare products penetrate the skin. Their very generalised exposure and exceptional resistance against natural degradation explain why so many people have PFAS in their blood. Even a number of Flemish politicians have been exposed. In the photo (<https://www.bondbeterleefmilieu.be/artikel/bond-beter-leefmilieu-doet-de-pfas-test-bij-politici>), they are all smiling. Yet, in my opinion, there is nothing to smile about. On November 30, 2023 perfluorooctanoic acid (or PFOA) and perfluorooctane sulfonate (or PFOS) were respectively classified as carcinogenic to humans (or class 1) and possible carcinogenic (or class 2B). Moreover, there is consistent evidence for PFAS disruptions with several processes that are important for our cardiometabolic health, especially the lipid metabolism and immune system. There is also strong epidemiological evidence for associations between PFAS and elevated cholesterol and, furthermore, PFAS are likely to be associated with multiple pathways or intermediate risk factors (Schillemans et al. 2024). The latter study points to the need for exposome studies considering mixture effects, the use of multi-omics data to gain insight in relevant pathways as well as the integration of epidemiological and laboratory studies to enhance mechanistic understanding and causal inference.

PFAS exposures are not limited to one single adverse effect. Zhou et al. (2023) found that exposure to PFAS were associated with an increased risk of impaired communication domain development. Some PFAS can even affect the communication domain's trajectory throughout the whole infancy. Moreover, the impacts

of PFAS mixtures on the development of the communication domain were significantly greater than the effects induced by individual PFAS. This will surely require further research to confirm these preliminary conclusions; it can not be denied, however, that they are consistent with previous references to the adverse effects of exposure to cocktails of multiple pollutants (Demeneix 2019). That people's intellectual capacities are assumed to be diminished by exposure to chemicals, and more specifically by PFAS, should be of great concern to us! There is now growing evidence that environmental pollutants also cause developmental neurotoxicity, have teratogenic effects, cause mental growth retardation and lower IQ levels (Iqbal et al. 2020).

We need to rev up in the fight against PFAS pollution

As the harms posed by toxic “forever” PFAS chemicals become increasingly clear, policymakers have begun taking significant steps to curtail their use. State governments should take the lead in protecting people against PFAS, and some have already introduced (draft) legislation on (some) PFAS.

Therefore, one action of the EU's chemicals strategy for sustainability towards a toxic-free environment, is to phase out the use of PFAS in the EU, unless their use is essential.

The essential use approach is a policy tool for managing chemicals of concern that has been gaining prominence as a way to more efficiently and effectively reduce the use of toxic chemicals to protect public health (Cousins et al. 2019). It holds that chemicals of concern should not be used in products or processes where they are not critical for health, safety, or the functioning of society. Rather, unnecessary uses should be phased out and time-limited exemptions for specific uses should only be permitted if all of the following are true:

- there are no safer alternatives to the chemical available, and
- the function of the chemical is necessary for the product to work, and
- the use of the chemical in the product is critical for health, safety, or the function of society.

The goal of this approach is not to ban products, but to discontinue the use of toxic chemicals when not really needed. To maximize the utility of the essential-use approach, it should be combined with the management of PFAS as a class, rather than one chemical at a time.

An important legislative initiative for phasing out PFAS as a class in Europe and using the essential use approach, is the ‘universal PFAS restriction dossier’ under REACH. This proposal was published by ECHA in 2023 and was prepared by authorities in Denmark, Germany, the Netherlands, Norway and Sweden.

Another action on PFAS is mentioned in the provisional agreement on the proposed new Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR). The proposal introduces a ban on PFAS in food contact packaging.

However, the law making process is often a process that takes quite some time, especially when it concerns political or industrial sensitive topics. New laws often also contain transition periods.

Studying and regulating PFAS one at a time would require an impractical amount of time to provide health protections and would continue to encourage the regrettable substitution of one PFAS for another.

This brings us to the so-called cocktail effects, the effects of complex mixtures of chemicals. More on that in one of the next posts or at the PFAS seminar that will take place on Thursday 18 April (*reference to website*).

References

Cousins et al. (2019). The concept of essential use for determining when uses of PFASs can be phased out. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 21(11), 1803-1815.

Demeneix (2019). Toxic Cocktail - How Chemical Pollution Is Poisoning Our Brains, Oxford University Press, pp. 272.

Deziel & Villanueva (2024). Assessing exposure and health consequences of chemicals in drinking water in the 21st Century. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 34(1), 1-2.

Iqbal et al. (2020). Environmental neurotoxic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 41175-41198.

Marchiandi et al. (2024). Exposure to endocrine disrupting chemicals from beverage packaging materials and risk assessment for consumers. *Journal of Hazardous Materials*, 465, 133314.

Richter et al. (2021). Producing ignorance through regulatory structure: The case of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Sociological Perspectives*, 64(4), 631-656.

Schillemans et al. (2024). Per-and polyfluoroalkyl substances and cardiometabolic diseases: A review. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 134(1), 141-152.

Simonetti et al. (2024). Studies of Potential Migration of Hazardous Chemicals from Sustainable Food Contact Materials. *Foods*, 13(5), 645.

Vera et al. (2024). The analysis of the migration of per and poly fluoroalkyl substances (PFAS) from food contact materials using ultrahigh performance liquid chromatography coupled to ion-mobility quadrupole time-of-flight mass spectrometry (UPLC-IMS-QTOF). *Talanta*, 266, 124999.

Deal on new rules for more sustainable packaging in the EU; European Parliament; 04-03-2024 (<https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20240301IPR18595/deal-on-new-rules-for-more-sustainable-packaging-in-the-eu>)

Moeten we wakker liggen van PFAS-vervuiling

Voor verschillende recent opduikende chemische verontreinigingen, zoals per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS) en microplastics, is drinkwater zowat de meest voorkomende blootstellingsroute voor veel bevolkingsgroepen. Toch ontbreekt het ons nog vaak aan regels voor deze stoffen of hebben ze normen en richtlijnen die sterk variëren tussen staten en landen (Deziel & Villanueva 2024). Een recente studie van Marchiandi et al. (2024) onderzocht de invloed van verpakkingsmaterialen voor dranken en ontdekte dat 63 hormoonverstorende chemicaliën (*endocrine-disrupting chemicals*, EDC), waaronder PFAS en een groot aantal andere contaminanten, werden aangetroffen in 144 van de 162 onderzochte monsters. Een Spaanse onderzoeksgroep concentreerde zich op PFAS-verbindingen, die vrijkomen uit verschillende materialen die in contact komen met voedsel, zoals bij voorbeeld schalen gemaakt van zowel nieuw of gerecycled karton, biopolymeren, papier en Teflon. De monsters waren afkomstig van verschillende markten. Uit de onderzoeksresultaten bleek een zorgwekkende PFAS-verontreiniging in materialen van Chinese makelij (Vera et al. 2024). Een ander verkennend onderzoek omtrent de migratie van PFAS toont aan dat biogebaseerde verpakkingen van biologisch afbreekbare bronnen ook zorgen baren voor de menselijke gezondheid, ondanks het feit dat het groenere alternatieven zijn (Simonetti et al. 2024).

Een lijst met voorbeelden kan nooit volledig zijn

Dat we allemaal zijn blootgesteld aan PFAS staat buiten kijf: bovenop de inname van verontreinigd voedsel of drinkwater, zijn we ook blootgesteld aan PFAS wanneer we vervuilde lucht inademen of zelfs wanneer PFAS uit cosmetica en andere huidverzorgingsproducten doorheen de huid dringen. De zeer veralgemeende blootstelling en hun uitzonderlijke weerstand tegen natuurlijke afbraak verklaren waarom zoveel mensen PFAS in hun bloed hebben. Zelfs een aantal Vlaamse politici zijn blootgesteld. Op de foto lachen ze allemaal (<https://www.bondbeterleefmilieu.be/artikel/bond-beter-leefmilieu-doet-de-pfas-test-bij-politici>), maar volgens mij valt er helemaal niets te lachen. Op 30 november 2023 werden perfluorocetanzuur (of PFOA) en perfluorocetansulfonaat (of PFOS) respectievelijk geclassificeerd als kankerverwekkend voor de mens (of klasse 1) en mogelijk kankerverwekkend (of klasse 2B).

Bovendien zijn er consistente bewijzen voor de storende invloed van PFAS op meerdere processen die belangrijk zijn voor onze cardiometabolische gezondheid, met name het vetmetabolisme en het immuunsysteem. Tevens zijn er sterke epidemiologische bewijzen voor associaties tussen PFAS en een verhoogd cholesterolgehalte en, bovendien, worden PFAS naar alle waarschijnlijkheid in verband gebracht met meerdere gelijktijdige aandoeningen of intermediaire risicofactoren (Schillemans et al. 2024). Dit laatste onderzoek wijst op de nood aan studies betreffende de blootstellingen, die rekening houden met

de effecten van mengsels, met het gebruik van multi-omics gegevens om inzicht te krijgen in de relevante routes evenals met de samenvoeging van epidemiologische en laboratoriumstudies om ons mechanistisch inzicht en de causale gevolgtrekkingen nog te verbeteren.

Blootstelling aan PFAS beperkt zich niet tot één enkel schadelijk effect. Zhou et al. (2023) ontdekten dat dergelijke blootstellingen geassocieerd zijn met een verhoogd risico op een verstoorde ontwikkeling in het domein van de communicatie. Sommige PFAS kunnen zelfs het communicatietraject gedurende de hele kindertijd beïnvloeden. Bovendien waren de effecten van PFAS-mengsels op de ontwikkeling van het communicatiedomein significant groter dan de effecten van individuele PFAS. Hiervoor is zeker nog meer onderzoek nodig om deze voorlopige conclusies te bevestigen; het kan echter niet worden ontkend dat ze consistent zijn met eerdere verwijzingen naar de nadelige effecten van blootstelling aan cocktails van meerdere verontreinigende stoffen (Demeneix 2019). Dat men aanneemt dat de intellectuele capaciteiten van de mens afnemen door blootstelling aan chemische stoffen, en meer in het bijzonder aan PFAS, zou ons grote zorgen moeten baren! Er zijn steeds meer bewijzen voor de ontwikkelingsneurotoxiciteit, de teratogene effecten, de mentale groeiachterstand en de dalingen van de IQ-niveaus, die te wijten zijn aan milieuverontreinigende stoffen (Iqbal et al. 2020).

We moeten de strijd tegen PFAS-vervuiling opvoeren

Nu de schade van de “eeuwige” PFAS-verbindingen steeds duidelijker wordt, nemen de beleidsmakers voor het eerst belangrijke stappen om het gebruik ervan te beperken. Het zijn de regeringen die het voortouw moeten nemen om de mensen te beschermen tegen PFAS en sommige hebben reeds voorstellen voor een wetgeving betreffende (bepaalde) PFAS ingevoerd of voorgesteld.

Zo is bijvoorbeeld, één van de vooropgestelde acties door de EU's '*chemicals strategy for sustainability towards a toxic-free environment*', het uitfaseren van het gebruik van PFAS in de EU, tenzij voor toepassingen waar hun gebruik essentieel is.

De benadering die uitgaat van een essentieel gebruik is een beleidsinstrument voor het beheer van gevaarlijke chemicaliën, dat aan belang heeft gewonnen als een middel om het gebruik van giftige chemische stoffen efficiënter en effectiever te verminderen met de bedoeling de volksgezondheid te beschermen (Cousins et al. 2019). Ze gaat ervan uit dat zorgwekkende stoffen niet mogen worden gebruikt in producten of processen waar ze niet essentieel zijn voor de gezondheid, de veiligheid of het functioneren van de maatschappij. In plaats daarvan moeten onnodige toepassingen geleidelijk worden uitgefaseerd en zouden uitzonderingen met een tijdsbeperking voor specifieke toepassingen alleen mogen worden toegestaan als aan alle onderstaande voorwaarden is voldaan:

- er zijn geen veiligere alternatieven voor de chemische stof beschikbaar,
- de functie van de chemische stof is noodzakelijk voor de werking van het product, en
-

- het gebruik van de chemische stof in het product is cruciaal voor de gezondheid, de veiligheid of het functioneren van de maatschappij.

De bedoeling van deze aanpak is niet om producten te verbieden, maar wel om het gebruik van giftige chemische stoffen stop te zetten als ze niet echt noodzakelijk zijn. Om het nut van de aanpak voor essentieel gebruik te maximaliseren, moet deze worden gecombineerd met het beheer van PFAS als een klasse, en niet van één enkele chemische stof per keer.

Een belangrijk regulerend initiatief om PFAS als klasse in Europa uit te faseren met behulp van de benadering van het essentiële gebruik, is het 'universele PFAS-restrictiedossier' onder REACH. Dit voorstel is in 2023 door ECHA gepubliceerd en werd opgesteld door autoriteiten in Denemarken, Duitsland, Nederland, Noorwegen en Zweden.

Een andere actie op het gebied van PFAS wordt genoemd in het voorlopig akkoord over de voorgestelde nieuwe Verordening m.b.t. Verpakkingen en Verpakkingsafval (PPWR). Het voorstel introduceert een verbod op PFAS in verpakkingen bestemd voor voedselcontact.

Het wetgevingsproces is een proces dat echter vaak behoorlijk wat tijd in beslag neemt, vooral als het om politiek of industrieel gevoelige onderwerpen gaat. Nieuwe wetten bevatten vaak ook overgangsperiodes. Een molecule-per-molecule aanpak in het bestuderen en reguleren van PFAS zou onpraktisch veel tijd vergen om de bescherming van de volksgezondheid te garanderen. Dit zou ook de betreuwenswaardige vervanging van de ene PFAS-molecule door een andere blijven ondersteunen.

Dit brengt ons bij het zogenoemde cocktaileffect; het effect van complexe mengsels van chemicaliën. Daarover meer in een volgende post en tijdens het PFAS-seminarie dat zal plaats vinden op donderdag 18 april (*reference to website*).

Referenties

Cousins et al. (2019). The concept of essential use for determining when uses of PFASs can be phased out. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 21(11), 1803-1815.

Demeneix (2019). Toxic Cocktail - How Chemical Pollution Is Poisoning Our Brains, Oxford University Press, pp. 272.

Deziel & Villanueva (2024). Assessing exposure and health consequences of chemicals in drinking water in the 21st Century. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 34(1), 1-2.

Iqbal et al. (2020). Environmental neurotoxic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 41175-41198.

Marchiandi et al. (2024). Exposure to endocrine disrupting chemicals from beverage packaging materials and risk assessment for consumers. *Journal of Hazardous Materials*, 465, 133314.

Richter et al. (2021). Producing ignorance through regulatory structure: The case of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Sociological Perspectives*, 64(4), 631-656.

Schillemans et al. (2024). Per-and polyfluoroalkyl substances and cardiometabolic diseases: A review. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 134(1), 141-152.

Simonetti et al. (2024). Studies of Potential Migration of Hazardous Chemicals from Sustainable Food Contact Materials. *Foods*, 13(5), 645.

Vera et al. (2024). The analysis of the migration of per and poly fluoroalkyl substances (PFAS) from food contact materials using ultrahigh performance liquid chromatography coupled to ion-mobility quadrupole time-of-flight mass spectrometry (UPLC-IMS-QTOF). *Talanta*, 266, 124999.

Deal on new rules for more sustainable packaging in the EU; European Parliament; 04-03-2024 (<https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20240301IPR18595/deal-on-new-rules-for-more-sustainable-packaging-in-the-eu>)

La contamination par les PFAS justifie-t-elle des nuits blanches

Pour plusieurs contaminants chimiques émergents, tels que les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) et les microplastiques, l'eau potable est la voie d'exposition la plus courante pour de nombreuses populations. Pourtant, ces substances restent largement non réglementées ou font l'objet de normes et de lignes directrices qui varient considérablement d'un État à l'autre et d'un pays à l'autre (Deziel & Villanueva 2024). Une étude récente de Marchiandi et al. (2024) a examiné l'impact des matériaux d'emballage des boissons et a révélé que 63 perturbateurs endocriniens (*endocrine-disrupting chemicals*, EDC), y compris des PFAS et un bon nombre d'autres contaminants, ont été trouvés dans 144 des 162 échantillons examinés. Une équipe de recherche espagnole s'est intéressée à la migration des PFAS de différents matériaux pour contact alimentaire, notamment des barquettes en carton vierge et recyclé, des biopolymères, du papier ou du téflon, provenant de différents marchés. Les résultats illustrent la présence inquiétante d'une contamination par les PFAS dans les matériaux fabriqués en Chine (Vera et al. 2024). Une autre recherche exploratoire sur la migration des PFAS démontre que les emballages biosourcés provenant de sources biodégradables sont également préoccupants pour la santé humaine, bien qu'il s'agisse d'alternatives plus écologiques (Simonetti et al. 2024).

La liste des exemples ne sera jamais complète

L'exposition générale aux PFAS est indiscutable : outre l'ingestion d'aliments ou d'eau potable contaminés, nous sommes exposés aux PFAS lorsque nous respirons de l'air pollué ou encore lorsque les PFAS présents dans les cosmétiques et autres produits de soins pénètrent dans la peau. L'exposition à grande échelle et leur résistance exceptionnelle à la dégradation naturelle expliquent pourquoi tant de personnes ont des PFAS dans le sang. Même plusieurs personnalités politiques flamandes ont été exposées. Sur la photo (<https://www.bondbeterleefmilieu.be/artikel/bond-beter-leefmilieu-doet-de-pfas-test-bij-politici>), ils sont tous souriants. Pourtant, à mon avis, il n'y a pas de quoi sourire. Le 30 novembre 2023, l'acide perfluorooctanoïque (ou PFOA) et le sulfonate de perfluorooctane (ou PFOS) ont été respectivement classés comme cancérigène pour l'homme (ou classe 1) et cancérigène possible (ou classe 2B).

En outre, il existe des preuves cohérentes des perturbations dues aux PFAS de plusieurs processus importants pour la santé cardiométabolique, en particulier pour le métabolisme des lipides et le système immunitaire. Il existe également des preuves épidémiologiques solides d'associations entre les PFAS et un taux de cholestérol élevé et, en outre, les PFAS sont susceptibles d'être associés à de multiples voies ou facteurs de risque intermédiaires (Schillemans et al. 2024). Cette dernière étude souligne la nécessité de réaliser des études d'exposome prenant en compte les effets de mélange, l'utilisation des données multi-

omiques pour mieux comprendre les voies pertinentes ainsi que l'intégration des études épidémiologiques et de laboratoire pour améliorer notre compréhension mécaniste ainsi que l'inférence causale.

L'exposition aux PFAS ne se limite pas à un seul effet néfaste. Zhou et al. (2023) ont constaté que l'exposition aux PFAS était associée à un risque accru d'altération du développement du domaine de la communication. Certains PFAS peuvent même affecter la trajectoire du domaine de la communication tout au long de la petite enfance. De plus, les impacts des mélanges de PFAS sur le développement du domaine de la communication dépassaient significativement les effets induits par les PFAS individuels. Des recherches supplémentaires seront certainement nécessaires pour confirmer ces conclusions préliminaires ; on ne peut toutefois nier qu'elles sont cohérentes avec des références antérieures aux effets néfastes de l'exposition à des cocktails de polluants multiples (Demeneix 2019). Le fait que l'on suppose que les capacités intellectuelles des gens diminuent en raison de l'exposition aux produits chimiques, et plus particulièrement aux PFAS, devrait nous préoccuper grandement ! Il est désormais de plus en plus évident que les polluants environnementaux provoquent également une neurotoxicité développementale, ont des effets tératogènes, entraînent un retard de croissance mentale et une baisse des niveaux de QI (Iqbal et al. 2020).

Nous devons accélérer la lutte contre la pollution par les PFAS

Alors que les effets néfastes des substances chimiques PFAS toxiques « éternelles » deviennent de plus en plus évidents, les décideurs politiques ont commencé à prendre des mesures importantes pour réduire leur utilisation. Les gouvernements devraient prendre l'initiative de protéger les citoyens, et certains ont déjà présenté des projets de loi sur les PFAS.

Par conséquent, l'une des actions de la stratégie chimique de l'UE pour la durabilité vers un environnement sans substances toxiques, consiste à éliminer progressivement l'utilisation des PFAS dans l'UE, à moins que leur utilisation ne soit essentielle.

L'approche de l'utilisation essentielle est un outil politique de gestion des produits chimiques préoccupants qui a gagné en importance comme moyen de réduire plus efficacement l'utilisation des produits chimiques toxiques pour protéger la santé publique (Cousins et al. 2019). Elle considère que les substances chimiques préoccupantes ne doivent pas être utilisées dans des produits ou des processus où elles ne sont pas essentielles à la santé, à la sécurité ou au fonctionnement de la société. Au contraire, les utilisations inutiles doivent être supprimées progressivement et des dérogations limitées dans le temps pour des utilisations spécifiques ne doivent être autorisées que si toutes les conditions suivantes sont réunies :

- il n'existe pas d'alternatives plus sûres au produit chimique,
- la fonction du produit chimique est nécessaire pour que le produit fonctionne, et

- l'utilisation du produit chimique dans le produit est essentielle pour la santé, la sécurité ou le fonctionnement de la société.

L'objectif de cette approche n'est pas d'interdire des produits, mais de cesser d'utiliser des produits chimiques toxiques lorsqu'ils ne sont pas vraiment nécessaires. Pour maximiser l'utilité de l'approche fondée sur les utilisations essentielles, il convient de la combiner avec la gestion des PFAS en tant que catégorie, plutôt qu'un produit chimique à la fois.

Une initiative législative importante pour éliminer progressivement les PFAS en tant que classe en Europe en utilisant l'approche des utilisations essentielles est le « dossier de restriction des PFAS universelle » dans le cadre de REACH. Cette proposition a été publiée par l'ECHA en 2023 et a été préparée par les autorités du Danemark, de l'Allemagne, des Pays-Bas, de la Norvège et de la Suède.

Une autre action sur les PFAS est mentionnée dans l'accord provisoire sur la proposition de nouveau Règlement sur les emballages et les déchets d'emballages (PPWR). La proposition introduit une interdiction des PFAS dans les emballages en contact avec les aliments.

Cependant, le processus législatif est souvent un processus qui prend un long temps, en particulier lorsqu'il concerne des sujets sensibles d'ordre politique ou industriel. Les nouvelles lois prévoient souvent également des périodes de transition.

Étudier et réglementer les PFAS substance-par-substance prendrait trop de temps pour assurer la protection de la santé et continuerait à encourager la substitution regrettable d'un PFAS par un autre.

Cela nous amène à ce que l'on appelle les effets cocktails, c'est-à-dire les effets de mélanges complexes de produits chimiques. Plus d'informations à ce sujet dans l'une des prochaines publications ou lors du séminaire sur les PFAS qui aura lieu le jeudi 18 avril (*reference to website*).

Références

Cousins et al. (2019). The concept of essential use for determining when uses of PFASs can be phased out. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 21(11), 1803-1815.

Demeneix (2019). Toxic Cocktail - How Chemical Pollution Is Poisoning Our Brains, Oxford University Press, pp. 272.

Deziel & Villanueva (2024). Assessing exposure and health consequences of chemicals in drinking water in the 21st Century. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 34(1), 1-2.

Iqbal et al. (2020). Environmental neurotoxic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 41175-41198.

Marchiandi et al. (2024). Exposure to endocrine disrupting chemicals from beverage packaging materials and risk assessment for consumers. *Journal of Hazardous Materials*, 465, 133314.

Richter et al. (2021). Producing ignorance through regulatory structure: The case of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Sociological Perspectives*, 64(4), 631-656.

Schillemans et al. (2024). Per-and polyfluoroalkyl substances and cardiometabolic diseases: A review. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 134(1), 141-152.

Simonetti et al. (2024). Studies of Potential Migration of Hazardous Chemicals from Sustainable Food Contact Materials. *Foods*, 13(5), 645.

Vera et al. (2024). The analysis of the migration of per and poly fluoroalkyl substances (PFAS) from food contact materials using ultrahigh performance liquid chromatography coupled to ion-mobility quadrupole time-of-flight mass spectrometry (UPLC-IMS-QTOF). *Talanta*, 266, 124999.

Deal on new rules for more sustainable packaging in the EU; European Parliament; 04-03-2024 (<https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20240301IPR18595/deal-on-new-rules-for-more-sustainable-packaging-in-the-eu>)