

les cellules cancéreuses de leur test de manière similaire à l'hormone naturelle 17β-œstradiol, et ce à des quantités auxquelles nous pouvons être exposés.

Un autre exemple bien connu est celui du bisphénol A, monomère utilisé pour fabriquer les plastiques en polycarbonate et reconnu comme perturbateur endocrinien – c'est-à-dire comme agent exogène qui perturbe le fonctionnement des hormones et induit des effets délétères sur un individu ou sa descendance. En France, jusqu'en 2010, il est entré dans la composition des biberons et, jusqu'en 2015, dans celle de nombreux contenants alimentaires, avant d'être interdit. Même si le bisphénol A n'est pas censé migrer du plastique vers le contenu, de faibles quantités non polymérisées sont susceptibles d'être libérées et absorbées. En 2017, l'Agence européenne des produits chimiques (Echa) a reconnu le bisphénol A comme substance très préoccupante, mais la plupart des pays européens l'utilisent encore.

Pour autant, les molécules de substitution promues – les bisphénols F et S – ne sont pas inertes. Cela est d'autant plus inquiétant que nous sommes tous exposés à ces molécules et imprégnés, comme l'a montré Santé publique France en 2019 avec l'étude Esteban. Menée sur 897 adultes et 500 enfants de France continentale, cette étude a révélé la présence de bisphénols A, S et F chez la quasi-totalité des personnes de la cohorte.

D'autres molécules particulièrement préoccupantes sont les phtalates, utilisés comme plastifiants pour assouplir les plastiques ou les rendre non coupants. Ces molécules ne sont

EN CHIFFRES

4,9 milliards de tonnes

Sur les 8,3 milliards de tonnes de plastiques produites entre 1950 et 2015, 4,9 milliards de tonnes, soit 60 %, n'ont été ni recyclées ni incinérées et se sont accumulées dans la nature. Ces déchets plastiques pourraient atteindre 12 milliards de tonnes en 2050.

640 000 à 1 500 000

C'est le nombre de microfibrilles plastiques libérées durant le lavage en machine de 1 kilogramme de vêtements synthétiques, selon les caractéristiques du textile lavé. La majorité de ces microfibrilles sont assez petites pour traverser les filtres des stations d'épuration.

12 000

Environ 12 000 additifs intervenant dans la composition de contenants en plastique et entre 30 000 et 100 000 substances ajoutées non intentionnellement sont susceptibles de migrer vers des aliments par contact.

Sources des chiffres : R. Geyer *et al.*, *Science Advances*, vol. 3, e1700782, 2017 ; F. De Falco *et al.*, *Sci. Rep.*, vol. 9, 6633, 2019 ; J. Muncke *et al.*, *Environ. Health*, vol. 19, 25, 2020.

pas liées de manière covalente aux plastiques et diverses études ont montré que certains composés à courte chaîne (le diéthylhexylphthalate ou DEHP, notamment) peuvent empêcher l'action des hormones masculines et perturber le fonctionnement des hormones thyroïdiennes. Or leurs métabolites ont été détectés dans 80 à 99 % des échantillons d'adultes et d'enfants de l'étude Esteban, ainsi que chez 92 % à 98 % de la population générale des États-Unis, selon une autre étude menée en 2014 sur quelque 11 000 participants.

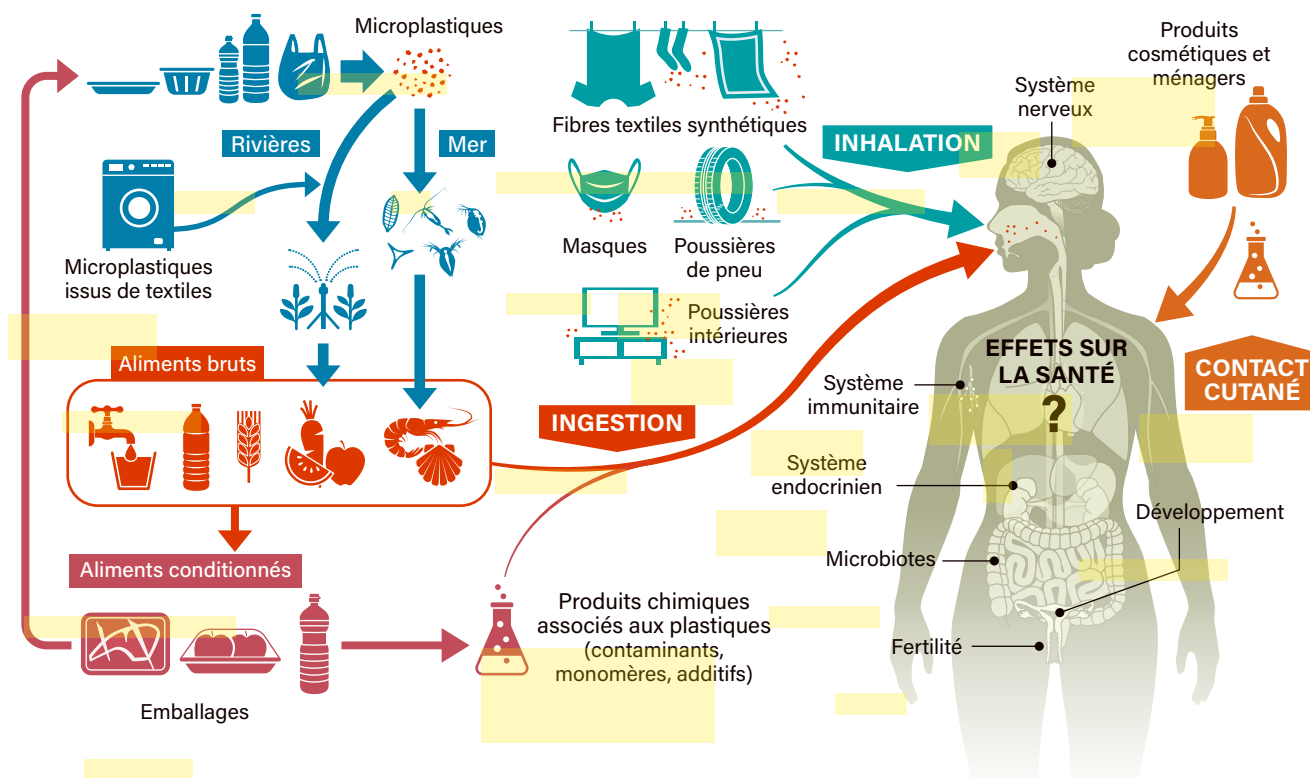
Ainsi, diverses molécules entrant dans la composition des plastiques sont susceptibles de s'en détacher et de prendre la place d'hormones naturelles ou de bloquer leurs actions. Mais la législation avance lentement. Pas simple en effet de démontrer l'effet délétère d'une substance contenue dans des plastiques, surtout s'il apparaît plusieurs décennies après l'exposition, par exemple quand celle-ci concerne de futurs parents durant la vie fœtale de l'enfant ou même avant.

5300 FORMULATIONS DE POLYMÈRES

D'autant que le nombre de molécules autorisées pour la formulation des plastiques est vertigineux – et celui des formulations l'est tout autant ! Aujourd'hui, plus de 5300 formulations de polymères sont disponibles dans le commerce et plus de 4000 substances connues sont associées aux seuls emballages plastiques. Or selon une récente analyse de Jane Muncke, de la fondation suisse Food Packaging Forum, et ses collègues, environ 12 000 substances sont

Les principales catégories d'additifs entrant dans la composition des plastiques

Catégories	Exemples de substances	Informations supplémentaires
Plastifiants	Phtalates, paraffines chlorées	Environ 80 % sont utilisés dans les plastiques en PVC, 20 % dans ceux en cellulose.
Retardateurs de flamme	Paraffines chlorées, tétrabromobisphénol A	
Antioxydants et stabilisants aux UV	Bisphénol A, composés en cadmium et en plomb, phénols, phosphites	Leur quantité dépend de leur structure et de celle du polymère plastique.
Stabilisants thermiques	Composés en cadmium et en plomb, nonylphénol	Utilisés principalement dans le PVC
Biocides	Composés à l'arsenic, triclosan	Utilisés principalement dans le PVC mou et les mousses de polyuréthanes
Pigments	Composés de cadmium, chrome, plomb, dioxyde de titane	
Solvants, catalyseurs	Antimoine dans le PET	Permettent la production



susceptibles d'être ajoutées intentionnellement. Et on estime que dix fois plus de Nias peuvent migrer dans les aliments à partir de divers articles en contact avec eux. Mais la plupart de ces contaminants restent inconnus, faute de méthodes d'analyse chimique appropriées. À titre de comparaison, environ 1000 pesticides sont en usage commercial actuellement, et des méthodes d'analyse chimique sont disponibles pour tous ces pesticides, y compris leurs principaux métabolites.

Cette complexité chimique remet en question les approches actuelles d'évaluation de la sécurité des plastiques, notamment en ce qui concerne les matériaux en contact avec les aliments. Alors que les risques liés aux substances principales et aux additifs sont évalués avant l'autorisation de la mise en contact avec des aliments, cette approche ne tient compte ni des Nias ni des effets synergiques potentiels de mélanges. Pour remédier à ces difficultés, deux pistes sont explorées. La première est la recherche d'autres solutions plus sûres. Les bioplastiques ? À première vue, ils semblent la solution idéale, conciliant l'utilisation d'un matériau bon marché et polyvalent et la conservation d'un environnement sans plastique apparent. Mais la réalité est tout autre.

L'ILLUSION DES BIOPLASTIQUES

Le terme « bioplastique » est ambigu, car il désigne à la fois des matériaux fabriqués à partir de matières premières renouvelables biosourcées, comme le biopolyéthylène, mais

aussi des matériaux biodégradables (comme le polysuccinate de butylène), ou les deux (par exemple l'acide polylactique ou PLA). Il n'est pas encore clair si ces matériaux et d'autres à base de plantes qui sont souvent mélangés à des matériaux synthétiques (les matériaux à base d'amidon, de cellulose ou de bambou, par exemple) relèvent de la définition des bioplastiques. Une chose est sûre : l'étanchéité ou la résistance des produits est acquise dans la plus grande majorité des cas grâce à un film plastique (*liner*) ou à l'ajout de polymère plastique dans la masse. Dans tous les cas, ils sont produits pour remplir la même fonction que les matières plastiques et apparaissent aux yeux du consommateur, faussement pour la plupart, comme des substituts pertinents, car plus « naturels ».

Souvent, les industriels commercialisant les bioplastiques mettent en avant leur biodégradabilité et leur inertie vis-à-vis de la santé. Cependant, peu de preuves scientifiques soutiennent cette notion. Par exemple, certains plastiques dits « biodégradables » ne se dégradent pas dans des milieux naturels, le cycle de recyclage exigeant un environnement industriel avec des températures supérieures à 70 °C. De plus, lors de l'évaluation et de l'amélioration de la performance environnementale des bioplastiques et des alternatives plastiques, l'accent est mis soit sur la phase de production (l'empreinte carbone, les matières premières renouvelables...), soit sur la fin de vie (la dégradabilité). L'exposition humaine

Notre organisme est en contact avec des microplastiques et des substances chimiques associées aux plastiques (additifs, monomères, contaminants) de multiples façons. Une bouteille d'huile de tournesol, par exemple, contient de l'huile produite à partir de plantes arrosées avec de l'eau contaminée en microparticules issues des déchets plastiques et des lavages de textiles synthétiques. On ingère donc à la fois ces particules, mais aussi les substances associées au plastique de la bouteille et qui ont diffusé dans l'huile. Avec quels effets sur la santé, sachant que plusieurs substances sont déjà connues indépendamment pour perturber certaines fonctions ?