



Les additifs toxiques du plastique et l'économie circulaire

Septembre 2020

Remerciements

Cette publication a été coordonnée par le Centre d'activités régionales pour la Consommation et la Production Durables (SCP/RAC), un centre régional de la Convention de Barcelone et de la Convention de Stockholm, avec le précieux soutien de l'IPEN. De même, les membres du groupe de travail thématique sur les déchets marins (énumérés dans l'annexe de cette publication) ont contribué à la préparation du document, mais les opinions qui y sont formulées ne correspondent pas toutes à celles des membres pris individuellement (ni des organisations qu'ils représentent).

Septembre 2020

(Version mise à jour et revue et corrigée de mars 2019)

Préface

Cette publication intitulée *Les additifs toxiques du plastique et l'économie circulaire* s'appuie sur des rapports et des publications scientifiques récentes, ainsi que sur l'expertise des membres du groupe de travail thématique sur les déchets marins dont la liste est disponible en Annexe. Certaines questions d'ordre général portant sur les problèmes liés aux matières plastiques et les défis liés à l'adoption d'une approche d'économie circulaire y sont décrites, en insistant tout particulièrement sur les problèmes liés aux additifs chimiques.

Il existe toute une variété d'additifs chimiques, dont beaucoup ont été identifiés en tant que polluants organiques persistants (POP) et sont désormais répertoriés dans la Convention de Stockholm, comme, par exemple, de nombreux retardateurs de flamme bromés. Pourtant, bon nombre de ces produits chimiques répertoriés sont toujours utilisés en raison des dérogations. D'autres POP potentiels n'ont pas encore été traités dans le cadre de la Convention. Il existe donc toute une série de points qui restent encore à traiter pour évoluer vers une économie circulaire, car la production ou le recyclage de matières plastiques contenant des POP, ou de potentiels POP, continuera d'exposer les écosystèmes et les populations à des produits chimiques nocifs.

De même, les Conventions de Bâle et de Stockholm reconnaissent que les déchets plastiques peuvent contenir des substances potentiellement dangereuses, y compris des additifs tels que des plastifiants et des retardateurs de flamme, ou peuvent être contaminés par des substances dangereuses, et en tant que tels peuvent poser un risque pour la santé humaine et l'environnement, y compris les écosystèmes marins. Compte tenu de la variété des additifs utilisés dans les produits en plastique et du fait qu'ils aient été détectés dans les débris macro- et microplastiques collectés lors des enquêtes, il faut s'attendre à ce qu'ils se retrouvent dans les matrices environnementales (l'eau, les sédiments et le biote) et peuvent poser un problème environnemental majeur (1). La présence d'additifs toxiques est potentiellement une contrainte sérieuse au recyclage des plastiques et à l'évolution vers une économie circulaire.

Le Centre d'activités régionales pour la Consommation et la Production Durables (SCP/RAC), centre régional de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (SCRC-Espagne) et de la Convention de Barcelone pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée, a préparé ce rapport et l'a initialement publié en tant que document d'information pour les délégués à la Conférence des Parties aux Conventions de Bâle et de Stockholm de 2019 (UNEP/CHW.14/INF/29/Add.1 et UNEP/POPS/COP.9/INF/28/Add.1). Ce rapport a été élaboré avec la participation active d'autres centres régionaux des Conventions de Bâle et de Stockholm, et d'organisations internationales et d'experts qui ont rejoint le groupe de travail thématique sur les déchets marins (Voir Annexe 1).

Afin d'accroître l'accessibilité de ce rapport aux institutions scientifiques, décideurs politiques et organisations d'intérêt public, le SCP/RAC a collaboré avec le Réseau International pour l'Élimination des POP (IPEN), pour formater, traduire et distribuer ce rapport.

Le contenu du rapport n'a pas été modifié, cependant le texte détaillé spécifique des chapitres d'introduction et de conclusion, pertinents pour les délégués aux réunions des Conventions de Bâle et de Stockholm de 2019, a été supprimé et, par conséquent, certains paragraphes ont été légèrement réorganisés. Le document d'information original est [disponible en ligne ici](#).

Ce document d'information préparé pour les CdP BRS de 2019 complète un document d'information préparé par le SCP/RAC avec le groupe de travail thématique sur les déchets marins pour la Conférence des Parties (CdP) de 2017 sur les « Déchets plastiques et microplastiques en milieu marin et leurs composants chimiques toxiques : la nécessité de mesures préventives urgentes ». Ce premier document d'information a ensuite été transformé en publication scientifique. ([Disponible ici](#))

Le SCP/RAC - SCRC-Espagne travaille actuellement avec la Division des produits chimiques et de la santé du PNUE pour produire des informations plus approfondies concernant le sujet de cette publication, dont de nouveaux rapports qui seront publiés dans les prochains mois.

Avant-propos 1 : Secrétariat de la Convention de Barcelone et de BRS

La pollution générée par les plastiques et en particulier les déchets plastiques marins est un problème très complexe et multidimensionnel. Il est actuellement traité par un grand nombre impressionnant de parties prenantes à tous les niveaux. L'enquête de bilan sur la réduction des déchets plastiques marins et des microplastiques entreprise par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) dans le cadre du groupe spécial d'experts à composition non limitée sur les déchets marins et les microplastiques illustre ces efforts dans le monde entier. Nous reconnaissons cependant que les efforts doivent être encore intensifiés et bien coordonnés afin d'inverser les tendances dramatiques des effets des plastiques sur l'environnement et la santé humaine.

Comme on le sait aujourd'hui, les plastiques peuvent rester dans l'environnement pendant des centaines d'années et se décomposer en micro et nanoplastiques qui pourraient être absorbés par les organismes et entrer dans la chaîne alimentaire. Il y a un autre aspect de la pollution plastique qui est presque invisible mais tout aussi important: les composants chimiques toxiques utilisés dans la production de plastique pourraient subsister dans les flux de déchets. Nous saluons cette nouvelle publication mettant en lumière le besoin d'actions immédiates si nous voulons nous tourner vers une économie circulaire plus sûre.

Les trois conventions mondiales sur les produits chimiques et les déchets, la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination, la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause pour certains produits chimiques et pesticides dangereux faisant l'objet du commerce international et la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (Conventions BRS), et une convention maritime régionale, la Convention de Barcelone pour la protection de l'environnement marin et côtier en Méditerranée partagent des préoccupations et des priorités communes, telles que la question des déchets plastiques marins et des microplastiques, la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et les constituants potentiellement dangereux des plastiques. Le protocole d'accord pour un cadre de coopération renforcé entre le Secrétariat de la BRS et le Secrétariat de la Convention de Barcelone, signé à Genève en décembre 2018, vise à promouvoir ces buts et objectifs communs. La coordination établie par les Secrétariats constitue un très bon exemple d'articulation entre les niveaux mondial et régional.

La mer Méditerranée est considérée comme l'une des zones les plus touchées par les déchets marins au monde. Les déchets marins sont une préoccupation urgente pour les écosystèmes marins et côtiers avec leurs espèces menacées en Méditerranée, des impacts sur la santé humaine ainsi que sur le secteur du tourisme, en particulier ceux concentrés le long des côtes. Ainsi, le Plan d'Action pour la Méditerranée relevant du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE / PAM) consacre depuis longtemps des efforts pour lutter contre la question des déchets marins dans la région méditerranéenne dans le cadre du mandat de la Convention de Barcelone et à travers un Plan d'action régional juridiquement contraignant dédié aux déchets marins.

Au niveau régional, des initiatives en cours comme l'initiative Plastic Busters étudient actuellement l'impact des substances toxiques rejetées par les plastiques sur le biote méditerranéen. Outre les conséquences néfastes que l'ingestion de plastiques par le biote marin peut entraîner, les conséquences environnementales préoccupantes des déchets marins pourraient potentiellement affecter le biote marin à la fois par leur nature physique en cas d'ingestion et par le transfert de produits chimiques qui leur sont associés, y compris les polluants organiques persistants (POP). et les perturbateurs endocriniens (EDC). Le bassin méditerranéen est considéré comme l'un des points chauds de la biodiversité mondiale et il est de la plus haute importance de le préserver.

Au niveau mondial, les conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm fournissent un cadre pour protéger la santé humaine et l'environnement contre les produits chimiques et déchets dangereux grâce à une approche fondée sur le cycle de vie. Lors de sa réunion de 2019, la Conférence des Parties à la Convention de Bâle a amendé la Convention pour mieux contrôler les déchets plastiques dans son cadre juridiquement contraignant, ce qui rendra le commerce mondial des déchets plastiques plus transparent et strictement réglementé. Les amendements reconnaissent également les dommages causés par une gamme de déchets plastiques contenant des additifs dangereux. Les nouvelles entrées ajoutées par les amendements entrent en vigueur le 1er janvier 2021. En outre, les Parties ont établi le «Partenariat pour les déchets plastiques», un nouveau partenariat mondial multipartite destiné à mobiliser les entreprises, les gouvernements, les universitaires et les acteurs de la société civile pour lutter contre la pollution par les plastiques.

Faisant écho à ces efforts, la Convention de Stockholm énumère plusieurs substances qui sont utilisées comme additifs chimiques dans les plastiques en vue de leur élimination, y compris de nombreux retardateurs de flamme bromés. Ces substances sont également soumises à la procédure de consentement préalable en connaissance de cause en vertu de la Convention de Rotterdam.

Enfin, les conventions de Stockholm et de Barcelone sont soutenues par une organisation, en sa qualité de Centre régional de la Convention de Stockholm et de Centre d'activités régionales pour la consommation et la production durables (SCP / RAC), basé à Barcelone, qui forge des liens entre le plan mondial et régional. niveaux et offre des opportunités intéressantes pour lutter contre la pollution plastique.

Le présent rapport est le résultat d'un effort de collaboration dirigé par le SCP / RAC pour illustrer davantage un éventail de problèmes potentiels qui peuvent survenir au cours du cycle de vie des plastiques en raison de la présence de produits chimiques toxiques, et fournit des recommandations pour aller de l'avant. Le rapport sert à mieux appréhender la problématique dans le cadre de la mise en place d'une économie circulaire et à favoriser les actions de réduction de la toxicité des plastiques.



Gaetano Leone

Coordonnateur, Unité de coordination du Programme des Nations Unies pour l'environnement / Plan d'action pour la Méditerranée Secrétariat de la Convention de Barcelone



Rolph Payet

Secrétaire Exécutif du Secrétariat BRS



Enrique de Villamore

Directeur, Centre d'Activités Régionales pour la Consommation et la Production Durables (SCP/RAC)

Avant-propos 2 : IPEN

L'augmentation de la production de matières plastiques a donné lieu à l'apparition de gigantesques décharges de plastique usagé partout dans le monde et à la transformation des eaux cristallines des océans en décharges à déchets plastiques. Malheureusement, un autre risque lié aux matières plastiques existe, bien que moins visible : la menace pour la santé humaine que représentent les produits chimiques toxiques présents dans la plupart des produits en plastique, y compris les jouets pour enfants, les emballages alimentaires, les ustensiles de cuisine, les vêtements, l'électronique et de nombreux autres produits de consommation courante.

Des produits chimiques sont ajoutés aux produits en plastique pour de nombreuses raisons. Mais les effets nuisibles de ces produits sur la santé humaine peuvent être profonds. Même en petites quantités, ces additifs chimiques plastiques peuvent affecter les fonctions des systèmes immunitaire et reproducteur, être à l'origine de cancers, de détériorations du fonctionnement intellectuel et / ou de retards de développement.

Dans certains cas, les produits chimiques ajoutés aux matières plastiques sont si dangereux qu'ils ont été interdits en vertu de lois internationales et nationales. L'utilisation qui continue à en être faite est due à des dérogations et à des failles exploitées par les lobbies de l'industrie. Dans la plupart des cas, cependant, les additifs chimiques toxiques ne sont réglementés et contrôlés, par souci de protection de la santé humaine et de l'environnement, que lorsque des dommages sont constatés, auquel cas l'industrie chimique et plastique met simplement un nouveau produit chimique non testé sur le marché et le processus réglementaire recommence.

Il est presque impossible pour les familles et les enfants d'éviter l'exposition aux additifs chimiques :

Les jouets pour enfants Les « plastiques recyclés », les matières plastiques d'origines diverses ayant été fondus et remoulés, sont utilisés pour fabriquer des jouets pour enfants. Il est désormais prouvé qu'ils contiennent de nombreux produits chimiques interdits, faisant l'objet de restrictions ou présentant d'autres types de dangers. Un manque de transparence de la part du fabricant, une réglementation relative au recyclage inadéquate et un mauvais étiquetage ont permis à cette pratique de se poursuivre.

Les emballages alimentaires La plupart des emballages en plastique sont utilisés une fois, puis jetés. Des additifs chimiques toxiques peuvent être libérés avant utilisation, pendant le processus de cuisson et lorsque les aliments sont chauds / chauffés. Ces produits chimiques sont également rejetés dans l'environnement lorsque les produits sont incinérés ou mis en décharge.

L'électronique Les gestionnaires et recycleurs de déchets électroniques sont exposés sans le savoir à un certain nombre de produits chimiques dangereux présents dans les composants électroniques en plastique. Une exposition des populations plus large se produit lorsque ces produits sont incinérés, mis en décharge ou transformés en d'autres produits au cours du processus de recyclage. À titre d'exemple, il est désormais admis que les « plastiques noirs », largement utilisés pour fabriquer des jouets et des ustensiles de cuisine pour enfants, contiennent des taux dangereux de produits chimiques ignifuges et de dioxines.

Les textiles, tissus d'ameublement et meubles Le polyester, le nylon, l'acrylique et les autres fibres synthétiques sont toutes des formes de plastique. Ce plastique représente plus de 60 % du tissu composant nos vêtements. Les tapis et les meubles sont souvent traités avec des produits chimiques ignifuges et des PFAS dangereux. Les consommateurs connaissent rarement les produits chimiques utilisés pour fabriquer ces produits car l'étiquetage n'est pas obligatoire.

La production de plastique a doublé au cours des 15 dernières années et devrait encore doubler au cours des deux prochaines décennies. Les fabricants de plastiques, d'emballages et de produits chimiques affirment que la gestion et le recyclage des déchets sont la solution à ce problème. Ce sont des outils pertinents mais qui ne permettent pas de réduire les dommages causés par les additifs plastiques « invisibles ».

Quatre mesures doivent être prises pour protéger nos enfants et nos familles de l'exposition à ces produits chimiques :

L'innovation dans le domaine des matériaux Il faut investir pour développer de nouveaux matériaux et systèmes plus sûrs qui évitent la production et l'utilisation de matières plastiques contenant des additifs chimiques dangereux. Les matériaux doivent être conçus en se fixant pour but de ne pas nuire à l'environnement et à la santé humaine et d'atteindre l'objectif zéro déchet.

La collaboration des industries L'industrie doit travailler avec la société civile pour adopter une approche fondée sur le risque en vue de mettre en place des normes et des réglementations. Elle doit également assumer la responsabilité des matières dangereuses qu'elle produit.

Des systèmes de recyclage propres et plus sûrs Les recycleurs doivent connaître la composition chimique des matériaux qu'ils manipulent. Les producteurs de matières plastiques devraient payer des frais permettant de financer les systèmes de collecte et de recyclage des déchets.

La transparence Le public et les recycleurs devraient pouvoir prendre des décisions éclairées concernant les produits qu'ils achètent ou manipulent. Les matières plastiques devraient faire l'objet d'un étiquetage contenant des informations sur les additifs chimiques utilisés pour les produire.

Cette nouvelle publication, *Additifs toxiques du plastique et économie circulaire*, met en lumière les dangers invisibles liés aux plastiques. Nous espérons que les décideurs et les fabricants changeront de point de vue et adopteront des pratiques permettant de mettre en place des principes de précaution tout le long du cycle de vie des matières plastiques, de la production à l'élimination.



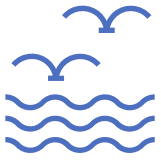
Dr. Tadesse Amara
Coprésidente de l'IPEN



Pamela Miller
Coprésidente de l'IPEN

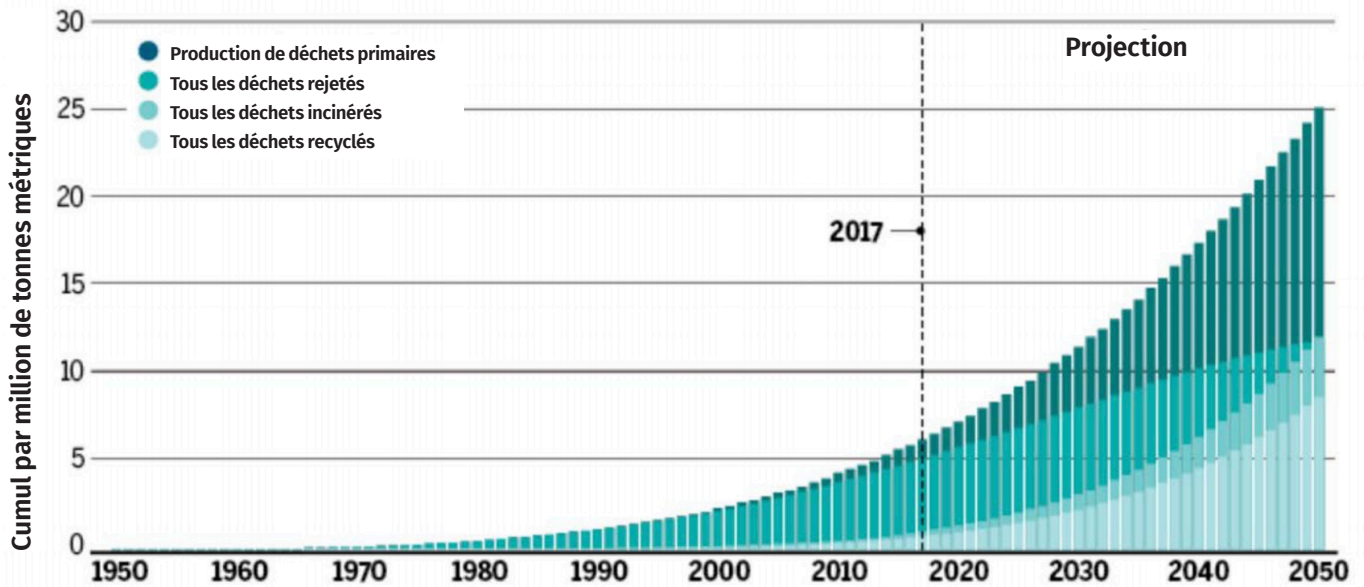
Table des matières

Remerciements.....	2
Préface.....	3
Avant-propos 1 : Secrétariat de la Convention de Barcelone et de BRS.....	5
Avant-propos 2 : IPEN.....	8
Table des matières.....	11
1. Introduction.....	12
2. La pollution plastique et économie circulaire.....	15
2.1. Les défis liés à la gestion du cycle de vie des plastiques dans l'économie circulaire et la question des POP et autres additifs chimiques toxiques.....	20
2.1.1. Phase de conception et de production : élimination et substitution par des alternatives non toxiques.....	20
2.1.2. Phase d'utilisation : potentiel de migration et de libération de divers additifs présents dans le plastique..	22
2.1.3. Phase de fin de vie : difficulté à réaliser des évaluations de risques basées sur l'exposition en matière de recyclage.....	23
2.1.4. Phase de fin de vie : émission et lixiviation de substances potentiellement toxiques.....	24
2.2. Les substances préoccupantes.....	28
2.2.1. Retardateurs de flamme.....	29
2.2.2. Les produits chimiques perfluorés.....	30
2.2.3. Les phtalates.....	30
2.2.4. Les bisphénols.....	31
2.2.5. Les nonylphénols.....	34
2.3. Les secteurs prioritaires.....	35
2.3.1. Les produits pour enfants.....	36
2.3.2. Emballage : matériaux en contact avec les aliments et les boissons.....	37
2.3.3. Équipements électriques et électroniques (EEE) et déchets connexes (DEEE/déchets électroniques).....	39
2.3.4. Textile, rembourrage et mobilier.....	40
2.3.5. Le secteur du bâtiment.....	41
2.4. Microplastiques, polluants persistants dont la capacité de transport entrave la mise en œuvre de l'économie circulaire.....	42
3. Les approches clés pour s'attaquer au problème.....	44
4. Conclusions.....	48
Références.....	50
Annexe : contributeurs à cette publication.....	56
Remarques.....	57



1. Introduction

L'augmentation constante de la quantité de déchets issus de plastiques et d'autres polymères et les problèmes qu'elle entraîne dans le milieu marin ont mis en évidence la nécessité urgente de contrôler cette source de pollution sur terre et en mer.



Texte du graphique : Données historiques et projections de la production et du traitement des déchets en 2050. Les « déchets primaires » sont des plastiques qui deviennent déchets pour la première fois et ne comprenant pas de déchets issus des matières plastiques recyclées. Source : (Geyer, Jambeck et al. 2017, Guglielmi 2017)]



Photo credit: Brian Yurasits

Il est indéniable qu'il est urgent de s'attaquer aux sources de pollution plastique, et en particulier aux additifs utilisés dans les plastiques, de permettre une bonne mise en œuvre des stratégies d'économie circulaire, d'éviter la présence de produits chimiques toxiques interdits dans les produits fabriqués à partir de matériaux recyclés et de réduire ainsi les risques pour la santé humaine et l'environnement. Les recycleurs et les promoteurs d'une approche d'économie circulaire sont actuellement confrontés à de multiples défis environnementaux et technologiques dans le traitement des flux plastiques.

La présence des POP et d'autres substances toxiques ou potentiellement toxiques dans les produits en plastique a un impact négatif sur l'environnement et la santé humaine, ainsi que sur toutes les phases du cycle de vie des produits en plastique. Les additifs toxiques doivent être remplacés par des alternatives non chimiques ou des substances non toxiques afin de faciliter le recyclage et d'éviter de contaminer les matériaux recyclés avec des produits chimiques toxiques, y compris ceux qui sont déjà interdits par les accords existants sur les produits chimiques, et de réduire la consommation de matériaux vierges (2).



Photo credit: Martin Holzkecht, Arnika

La présence des POP et d'autres substances toxiques ou potentiellement toxiques dans les produits en plastique a un impact négatif sur l'environnement et la santé humaine, ainsi que sur toutes les phases du cycle de vie des produits en plastique

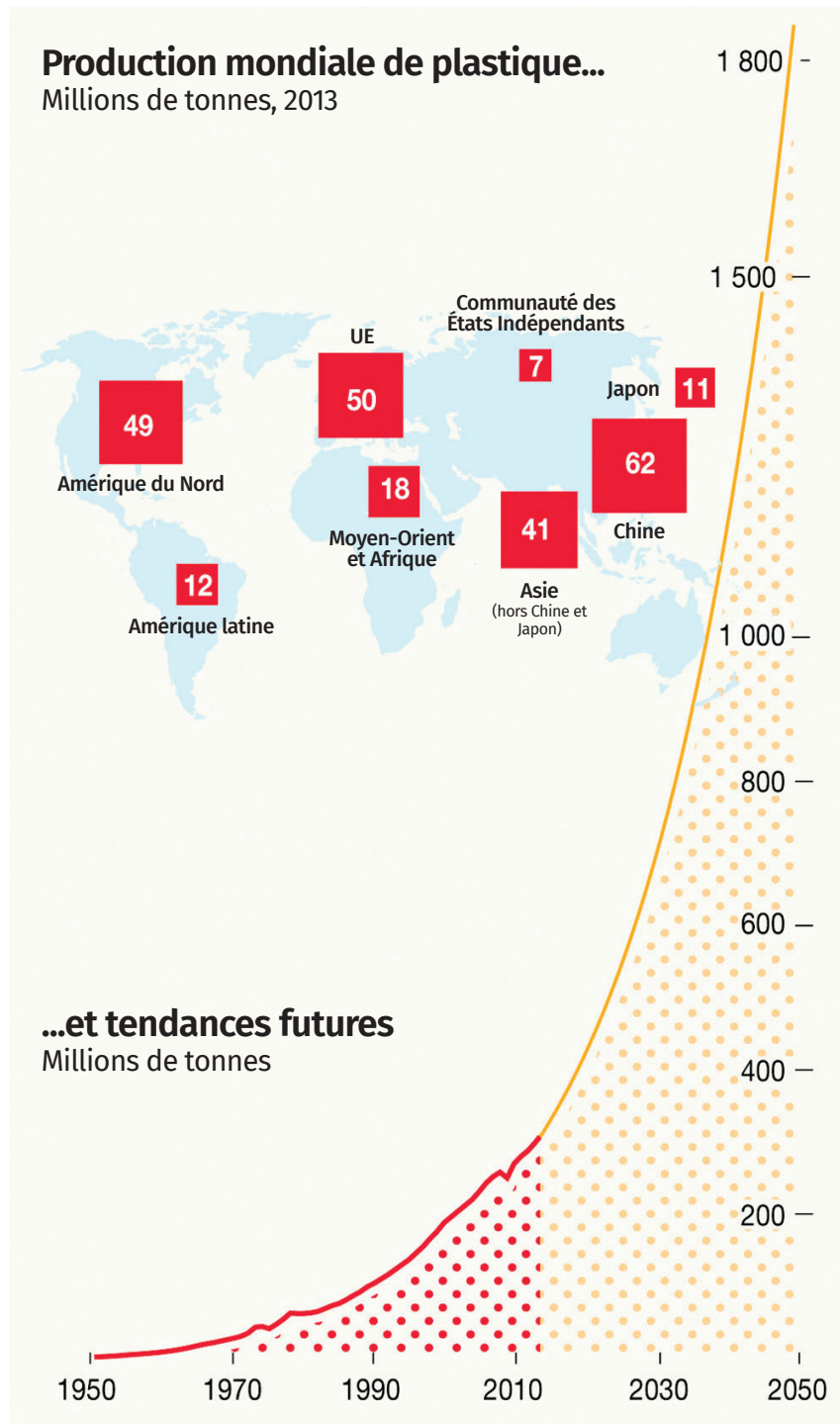
Les POPs sont utilisés comme additifs dans de grands volumes de plastique et autres polymères, on les trouve par exemple dans les produits électroniques, les véhicules et autres utilisations liées aux transports, ainsi que dans les bâtiments et les matériaux de construction. La Convention de Stockholm peut traiter la question de la gestion des plastiques ou des polymères utilisés dans ces secteurs importants grâce, notamment, aux directives MTD/MPE sur le recyclage et le triage des plastiques/polymères impactés et non impactés. Divers documents d'orientation sur ce sujet ont d'ores et déjà été élaborés (Convention de Stockholm 2017a, b). Étant donné que les paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC), qui sont utilisées dans le chlorure de polyvinyle (PVC) et l'éthylène-acétate de vinyle (EVA), ont également été inscrites au titre de la Convention, la proportion de polymères entrant dans le champ d'application de la Convention devrait augmenter considérablement. De même, l'allongement de la liste des PFOS et PFOA, qui sont ajoutés aux tapis et textiles synthétiques ou utilisés comme polymères dans le traitement de surface du papier et qui peuvent contribuer aux déchets marins ou à la pollution par microplastiques, devrait permettre d'inscrire une nouvelle gamme de produits en plastique dans la portée de ses actions.

En outre, la deuxième édition du Global Chemicals Outlook (GCO-II) (Perspectives mondiales en matière de produits chimiques), qui a été présentée à l'UNEA4, a identifié des faits de plus en plus nombreux impliquant l'existence de risques pour la santé humaine et l'environnement qui ne sont pas encore traités au niveau international. En prenant comme point de départ les récentes mesures réglementaires de gestion de risques prises par les organismes publics depuis 2010 sur les produits chimiques ou les groupes de produits chimiques, le GCO-II a identifié onze produits chimiques ou groupes de produits chimiques ⁽ⁱⁱ⁾. Plusieurs de ces produits chimiques (par exemple, le bisphénol A, le cadmium, le plomb, les microbilles, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les phtalates) sont utilisés comme additifs ou identifiés comme polluants dans les plastiques.

Le Global Chemicals Outlook (GCO-II) a identifié onze produits chimiques ou groupes de produits chimiques. Plusieurs de ces produits chimiques (par exemple, le bisphénol A, le cadmium, le plomb, les microbilles, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les phtalates) sont utilisés comme additifs ou identifiés comme polluants dans les plastiques.



2. La pollution plastique et économie circulaire



Source: Ryan, A Brief History of Marine Litter Research in M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages (Eds.) Marine Anthropogenic Litter, Berlin Pringer, 2015; Plastics Europe

Au cours des 15 dernières années, la production mondiale de plastiques a doublé

Au cours des 15 dernières années, la production mondiale de plastiques a doublé, atteignant environ 299 millions de tonnes par an en 2013 (3). Cette production devrait de nouveau doubler au cours des deux prochaines décennies (4). Cela génère de gros volumes de déchets plastiques, dont une grande partie provient de produits qui n'ont eu qu'une très courte durée de vie. Cet important flux de déchets divers crée de graves problèmes environnementaux et de gestion (5).

Les sites d'enfouissement sont la principale voie d'élimination des déchets plastiques dans le monde, cependant, le déversement illégal n'est pas entièrement éradiqué

Les sites d'enfouissement sont actuellement la principale voie d'élimination des déchets plastiques dans le monde, cependant, le déversement illégal n'est pas entièrement éradiqué dans les pays en développement et de nombreuses décharges sont mal gérées ou de types sauvages. Plus inquiétant encore est le nombre de ménages qui ne sont couverts par aucun système de collecte des déchets municipaux, une situation de perte de contrôle des déchets plastiques, augmentant ainsi la probabilité que du plastique léger (et sa charge toxique) atteigne les plans d'eau et trouve son chemin vers la mer (6).



Les conséquences d'un modèle économique linéaire (extraction, fabrication, utilisation, élimination) sont évidentes : perte de ressources, production de déchets, contamination environnementale persistante et dégradation des écosystèmes. Même si nous sommes encore loin de comprendre le plein impact de la pollution plastique, de nombreux rapports et articles scientifiques fournissent d'ores et déjà des preuves claires de la situation dramatique et du besoin de changement.

C'est dans ce contexte que le concept d'économie circulaire a gagné un intérêt croissant comme alternative à une économie linéaire traditionnelle (7) (8) (9). Une économie circulaire utilise les ressources aussi longtemps que possible. Elle en extrait la valeur maximale pendant son utilisation, puis récupère et régénère les produits et matériaux en fin de vie. Les principes d'une économie circulaire visent à définir le concept de déchet ; il s'agit de reconstruire le capital naturel et de maintenir les produits, les matériaux et les molécules en circulation de manière efficace, dans l'économie à leur valeur la plus élevée (10).

Il faut pour cela réfléchir au cycle de vie et adopter des principes de conception circulaire (faire des choix appropriés de matériaux lors de la conception des produits)

Il faut pour cela réfléchir au cycle de vie et adopter des principes de conception circulaire (faire des choix appropriés de matériaux lors de la conception des produits), mais également mettre en œuvre des systèmes de récupération adéquats. Ces deux éléments constituent aujourd'hui des défis majeurs dans tous les secteurs. Certains matériaux doivent être évités car ils contiennent des substances qui ont été identifiées comme à risque. (iii) Dans d'autres cas, la façon dont les matériaux sont combinés dans un produit ne permet pas de pouvoir les isoler et les extraire après utilisation, ce qui constitue une limite à leur récupération et leur possibilité d'être recyclé.

La plupart des efforts de l'industrie ne se sont concentrés que sur le traitement des déchets et / ou l'augmentation de l'utilisation du contenu recyclé dans le but de maintenir les matériaux dans la chaîne de valeur le plus longtemps possible (10), mais dans la pratique, l'industrie utilise actuellement des matériaux qui n'ont jamais été optimisés pour la santé humaine et l'environnement. Par exemple, les matériaux en polymères tels que la mousse, les emballages alimentaires en plastique, le papier, le caoutchouc et les textiles peuvent contenir des retardateurs de flamme, des adoucissants, des plastifiants, des revêtements, des modificateurs, des catalyseurs, et autres additifs et résidus améliorant les performances. Lorsqu'ils sont recyclés en de nouveaux produits, ces derniers ont tendance à être fortement contaminés, non homogènes et impurs, ceci est vrai pour les jouets et les matériaux en contact avec les aliments (11) (12) (13) (14) (15). Actuellement, le problème est qu'il n'est pas possible d'obtenir des informations complètes sur la formulation des flux de déchets mixtes, et il serait à toute fin pratique impossible d'analyser par ingénierie inverse un lot de matériel contaminé afin d'en identifier tous les constituants chimiques (10). L'impact toxicologique des produits recyclés est complexe à évaluer de manière approfondie ; par conséquent, les humains et l'environnement sont de plus en plus exposés au risque par le biais d'un certain nombre de produits et de matériaux recyclés par inadvertance.



Beaucoup de pays développés et en développement se sont rendus compte non seulement des défis, mais aussi des opportunités découlant d'une meilleure gestion et prévention des déchets plastiques, tels que le potentiel d'améliorer la compétitivité et de créer de nouvelles activités économiques et de nouveaux emplois. Cela a donné lieu à un certain nombre de mesures prises par des acteurs tant du secteur privé que du secteur public. Un certain nombre de pays se sont accordés sur des objectifs sur le recyclage du plastique, l'utilisation du plastique recyclé dans les produits ou l'interdiction des plastiques à usage unique. Le rapport 2018 du Programme des Nations Unies pour l'Environnement *Legal Limits on Single-Use Plastics and Microplastics, A global Review of National Laws and Regulations* (Limites légales sur les plastiques et microplastiques à usage unique, un examen mondial des lois et réglementations nationales), en donne de nombreux exemples (16). À titre d'exemple spécifique, en 2018, l'Union Européenne (UE) a publié une stratégie de l'UE sur les matières plastiques dans l'économie circulaire. [\(En savoir plus ici\)](#)

L'initiative Nouvelle économie plastique de la Fondation Ellen Mac Arthur est également pertinente car elle montre l'engagement des principaux acteurs de l'économie plastique. Elle souligne la nécessité de lutter contre le flot de plastiques à la source, d'éliminer l'utilisation inutile des plastiques, d'innover et de faire circuler tout. Elle souligne également l'importance de la responsabilité élargie des producteurs (17).

Le mouvement international des déchets plastiques pose plusieurs défis. Un pays peut promouvoir une économie circulaire à travers la collecte de plastique pour le recyclage (définissant ainsi le plastique recyclé en tant que ressource), puis exporter ces déchets plastiques vers un autre pays à des fins de recyclage. En Asie, les douaniers ont dû saisir des importations enregistrées comme « plastiques recyclables » car elles contenaient un mélange non défini de types de matières plastiques et d'autres déchets municipaux et industriels. De nombreux pays ont désormais interdit ou proposent d'interdire les importations de déchets plastiques.

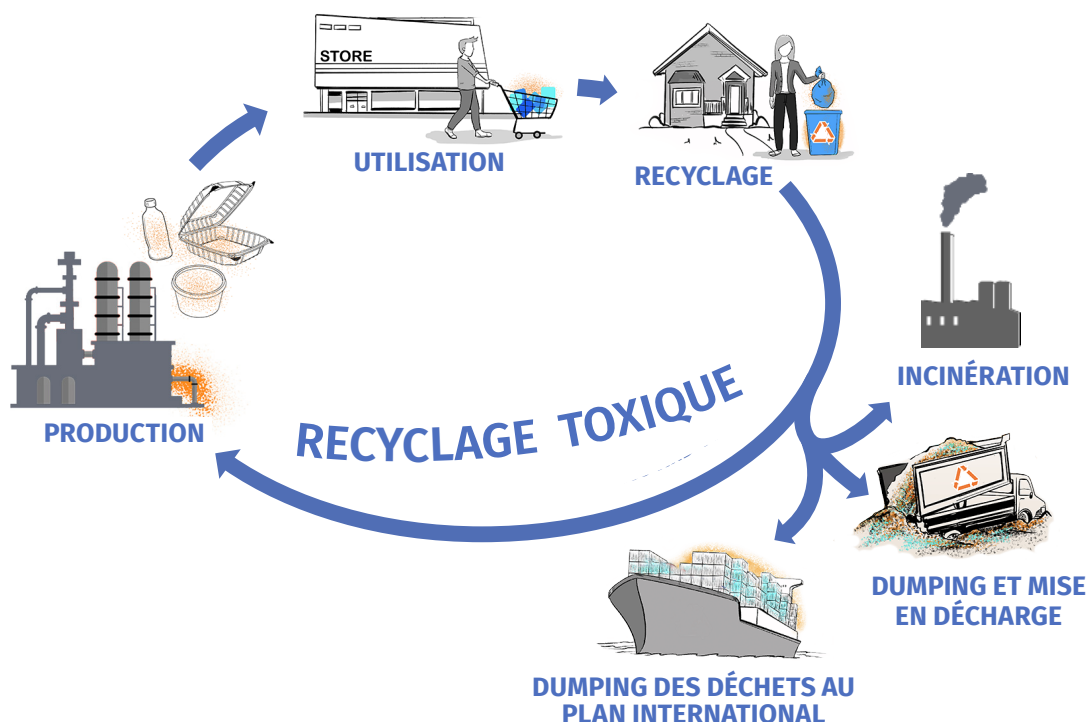
En résumé, il y a une prise de conscience croissante de la nécessité de changement, et le modèle d'économie circulaire prend de l'ampleur et s'annonce déjà comme la meilleure solution et la plus viable pour l'avenir (18). Néanmoins, de nombreux problèmes subsistent encore.



Amendement de Bâle sur les déchets plastiques

Lors de la Conférence des Parties de Bâle du 29 avril au 10 mai 2019, les gouvernements ont amendé la Convention de Bâle pour inclure les déchets plastiques dans un cadre juridiquement contraignant qui rendra le commerce mondial des déchets plastiques plus transparent et mieux réglementé, tout en veillant à ce que sa gestion est plus sûre pour la santé humaine et l'environnement. Dans le même temps, un nouveau partenariat sur les déchets plastiques a été établi pour mobiliser les ressources, les intérêts et l'expertise des entreprises, du gouvernement, des universités et de la société civile pour aider à la mise en œuvre des nouvelles mesures, pour fournir un ensemble de soutiens pratiques - y compris des outils, les meilleures pratiques, assistance technique et financière.

2.1. Les défis liés à la gestion du cycle de vie des plastiques dans l'économie circulaire et la question des POP et autres additifs chimiques toxiques



Parvenir à « Boucler la boucle » continue à poser de nombreux défis, et ce à chaque étape de la vie des plastiques partant de leur conception initiale à leur fin de vie. Les paragraphes suivants font le point sur ces défis, et envisagent de possibles solutions.

2.1.1. Phase de conception et de production : élimination et substitution par des alternatives non toxiques

Actuellement, il existe encore un large éventail de produits chimiques toxiques utilisés comme additifs pour plastiques ou polymères, par exemple, des produits chimiques qui n'ont pas encore été soumis à des contrôles internationaux (comme de nombreux perturbateurs endocriniens), ou des POP reconnus qui sont autorisés en vertu de certaines dérogations. Ces substances vont avoir un impact sur le recyclage à venir des produits dans lesquels elles ont été utilisées. Elles devraient être éliminées et remplacés par des alternatives non toxiques afin d'encourager une économie circulaire.

Pour maintenir des molécules « sûres » tout le long des nombreux recyclages sur une longue durée, l'industrie doit concevoir des matériaux sûrs et mettre en place des systèmes d'infrastructure et de technologie. Cela nécessite l'utilisation d'outils d'évaluation des risques chimiques permettant d'évaluer puis d'optimiser la chimie des matériaux en termes de santé humaine et environnementale, afin que de meilleures

décisions puissent être prises dès la phase de conception. Les produits chimiques doivent être évalués selon un ensemble complet de critères de santé humaine et environnementale, afin de pouvoir sélectionner des produits chimiques présentant le moindre risque (10).

Cependant, les rapports scientifiques décrivent la difficulté d'obtenir des données de haute qualité concernant la toxicité des produits chimiques et les impacts environnementaux, en raison à la fois de la complexité de la chaîne d'approvisionnement et du fait que les fabricants offrent un aperçu limité des substances chimiques entrant dans la composition de leurs produits. Il existe souvent des obstacles au partage d'informations au sein de l'industrie en raison des allégations selon lesquelles les informations commerciales sont confidentielles (19).

Il existe souvent des obstacles au partage d'informations au sein de l'industrie en raison des allégations selon lesquelles les informations commerciales sont confidentielles

Il convient donc de se demander si la bonne approche consiste bien à ne se baser que sur une liste de substances faisant l'objet de restrictions, car celle-ci ne privilégie pas les produits sûrs ou à utiliser de préférence (10). Les stratégies d'économie circulaire doivent se focaliser sur l'évaluation et la sélection proactives de la chimie des matériaux pour éviter des substitutions regrettables et réduire ainsi la toxicité des matériaux circulant dans le commerce. Une application plus large et la poursuite du développement d'approches d'essais basés sur les effets sont également souhaitables pour guider les efforts de substitution et garantir la sécurité toxicologique des plastiques dans l'économie circulaire (20).



Stratégie sur les produits chimiques pour la durabilité (environnement européen sans toxicité)

Comme annoncé dans le Green Deal européen et dans le contexte de son ambition de zéro pollution pour un environnement sans produits toxiques, la Commission présentera une stratégie sur les produits chimiques pour la durabilité. La stratégie s'appuiera sur les récentes évaluations politiques et les initiatives associées à la législation européenne sur les produits chimiques - en particulier le deuxième examen REACH, le bilan de qualité de la législation chimique la plus pertinente (à l'exclusion de REACH) et la communication sur les options pour traiter l'interface entre les produits chimiques et les produits, et la législation sur les déchets - mais aussi sur les évaluations de politiques spécifiques menées dans le domaine de la protection de l'environnement et de la santé, des produits, de l'alimentation et de la protection des travailleurs.

Cette stratégie vise à réduire les risques liés à la production et à l'utilisation de produits chimiques. Il simplifiera et renforcera les règles de l'UE sur les produits chimiques et examinera la manière dont les agences et organes scientifiques de l'UE peuvent travailler ensemble à un processus où les substances ne sont examinées que par une seule agence.

2.1.2. Phase d'utilisation : potentiel de migration et de libération de divers additifs présents dans le plastique

Les produits chimiques présents dans les plastiques peuvent potentiellement migrer des produits en plastique vers le milieu avec lequel ils sont en contact et peuvent également migrer lentement de l'intérieur du plastique vers sa surface. Par exemple, des études scientifiques ont étudié la migration de diverses substances chimiques provenant de matériaux d'emballage en plastique lors des chauffages par micro-ondes et conventionnel, ainsi que dans diverses conditions de conservation. Ils ont constaté des migrations et des libérations indésirables d'additifs tels que des plastifiants (par exemple les paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC) des jouets en PVC ou des rideaux de douche) ou des retardateurs de flamme (provenant par exemple des coques en plastique des téléviseurs ou des ordinateurs). Certaines de ces substances qui migrent peuvent être toxiques. D'autres additifs peuvent donner un goût désagréable aux aliments ou peuvent augmenter la dégradation des substances actives présentes dans les médicaments. La concentration initiale de la substance chimique présente dans le plastique, l'épaisseur, la cristallinité et la structure de la surface du plastique sont tous des facteurs qui influencent le taux de migration (21).



Photo credit: IPEN

Les exemples spécifiques de substances toxiques étudiées pour leur libération potentielle de divers produits en plastique comprennent : les retardateurs de flamme bromés (22), PCCC/PCCM (23) (24), les phtalates (25) , le bisphénol A (26) , le diméthacrylate de bisphénol A, le plomb, l'étain et le cadmium, le formaldéhyde et l'acétaldéhyde, le 4-nonylphénol, le méthyl-tert-butylique éther (MTBE), le benzène et de nombreux autres composés organiques volatils. Bien que plusieurs de ces études signalent des concentrations rejetées inférieures aux valeurs limites légales établies, certains cas ont donné des résultats considérablement plus élevés. Il a également été relevé que les valeurs guides ne tiennent pas compte du fait que les perturbateurs endocriniens peuvent avoir des conséquences même à de très faibles concentrations, ni de la toxicité des mélanges (21).

2.1.3. Phase de fin de vie : difficulté à réaliser des évaluations de risques basées sur l'exposition en matière de recyclage

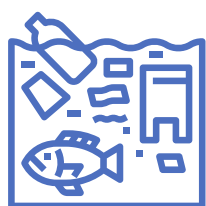
Lorsque des articles contenant des plastiques arrivent en fin de vie, il est possible de les recycler, mais les choses se compliquent si le plastique contient des additifs toxiques (par exemple, des polybromodiphényléther PBDE ont été décelés dans une grande partie des produits en plastique actuellement fabriqués) et autres retardateurs de flamme bromés (RFB) provenant du recyclage (27).

L'évaluation des risques des produits chimiques constituent la base de l'évaluation des impacts sur la santé humaine et l'environnement. Cela reflète l'approche de précaution inscrite dans la Convention de Stockholm. Pour garantir que la santé humaine et l'environnement puissent être efficacement protégés, les évaluations des risques doivent être basées sur des données réelles et non sur des estimations ou des hypothèses. Une étude récente a cependant signalé que le problème se pose dans les études scientifiques où, par exemple, il y a une pénurie substantielle et un manque d'accès aux informations sur la façon dont des produits chimiques spécifiques sont utilisés, ou quels produits chimiques sont utilisés pour quelles applications et en quelles quantités, et à quels taux ils sont présents dans les emballages plastiques finis. En raison de la capacité limitée à effectuer des évaluations précises de l'exposition, l'une des conclusions de l'examen est que l'évaluation basée sur les dangers reste l'approche de choix lorsqu'il s'agit d'un grand nombre de produits chimiques potentiellement présents dans les produits de consommation (20).

Il est urgent de disposer d'informations accessibles au public concernant l'utilisation des substances chimiques dans les plastiques, la composition chimique exacte des articles finis et l'impact des POP et autres additifs toxiques issus du recyclage.

Il est donc urgent de disposer d'informations accessibles au public concernant l'utilisation des substances chimiques dans les plastiques, la composition chimique exacte des articles finis et l'impact des POP et autres additifs toxiques issus du recyclage. Deuxièmement, des informations toxicologiques harmonisées, telles que les classifications des dangers dans le cadre du Système Général Harmonisé de Classification et d'Étiquetage des Produits Chimiques des Nations Unies, n'est actuellement pas disponible pour de nombreux produits chimiques associés aux emballages en plastique, même pour les substances pour lesquelles des dangers ont été identifiés et mis en évidence dans des études universitaires. L'absence de classifications harmonisées pour de nombreux produits chimiques handicape la classification des dangers. Pour certains des principaux produits chimiques dangereux identifiés dans les études scientifiques, des analyses plus poussées devraient être effectuées, y compris une évaluation de la disponibilité de systèmes ou de produits alternatifs, et des dangers tout au long de leur vie. Des informations insuffisantes concernant les modes d'utilisation des produits chimiques empêchent les évaluations basées sur l'exposition, car combler les lacunes de données en utilisant une approche scientifique systématique est presque impossible pour quiconque, en dehors de l'industrie chimique elle-même (20).

2.1.4. Phase de fin de vie : émission et lixiviation de substances potentiellement toxiques



79%

des plastiques
finissent dans les
décharges



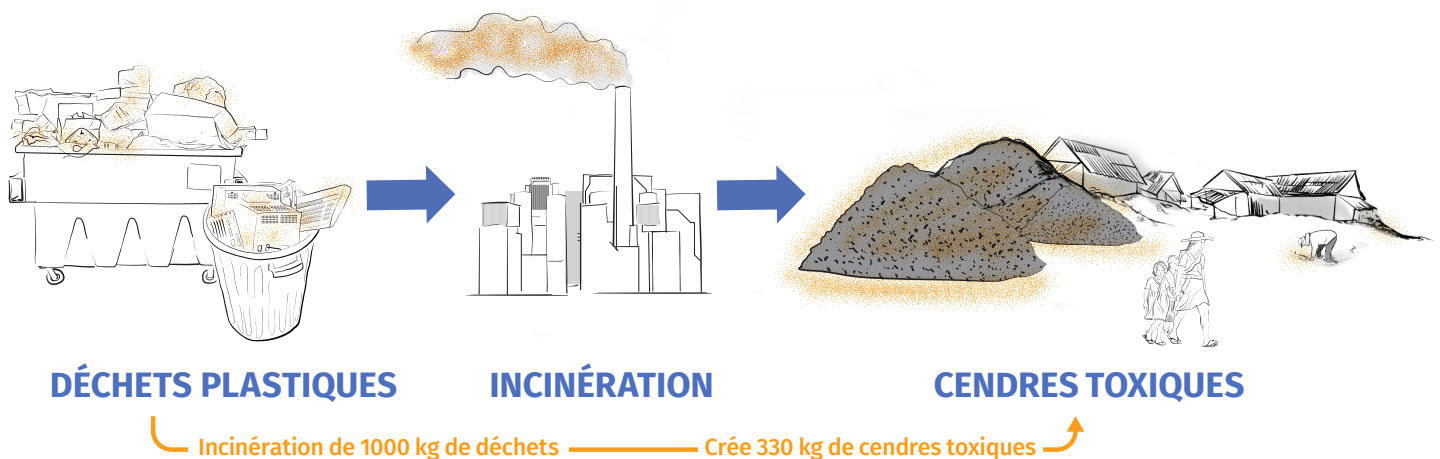
9%

des plastiques
rejetés sont
recyclés

À l'échelle mondiale, 79 % des plastiques finissent dans les décharges ou sont rejetés dans l'environnement, alors que seulement 9 % sont recyclés (112). Dans les pays industriels, une grande partie des déchets plastiques est utilisée pour la valorisation énergétique. En Europe, ils sont davantage destinés à la valorisation énergétique (39,5 %) qu'au recyclage (29,7 %) (28). Cependant, la combustion non contrôlée de déchets plastiques, en particulier de plastiques contenant des halogènes tels que le PVC, le polytétrafluoréthylène, le téflon ou les retardateurs de flamme bromés, peut provoquer des émissions de substances dangereuses, par exemple des POP involontaires tels que des dioxines (29). La pyrolyse ou la combustion de polymères fluorés ou la dispersion de fluoropolymères peuvent également entraîner la formation et le rejet involontaires de POP fluorés (par exemple des APFO), de PFAS divers, de substances toxiques diverses, de substances appauvrissant la couche d'ozone et de gaz à effet de serre. (30) (31) (32) (33).

Les halogènes émis par la combustion des déchets plastiques peuvent également entraîner un risque de corrosion dans les incinérateurs et autres installations thermiques. Le chlore et le brome peuvent s'accumuler dans les systèmes de fours à ciment, limitant ainsi leur capacité de récupération thermique du plastique (34). En outre, comme la plupart des plastiques sont à base de combustibles fossiles, l'incinération peut également contribuer au réchauffement climatique et à l'épuisement des ressources pétrolières. La combustion contrôlée dans les usines de valorisation énergétique des déchets (iv) et les fours à ciment équipés de technologies de pointe de contrôle de la pollution atmosphérique (APC) peuvent être le meilleur moyen disponible pour limiter la dispersion des POP (2). Cependant, l'amélioration de la technologie APC visant à réduire les émissions de POP dans l'air a conduit au transfert de ces émissions vers des résidus tels que les cendres volantes et, dans une moindre mesure, les cendres de fond. Une réglementation et un contrôle stricts des cendres est donc nécessaire, afin d'éviter une plus grande dispersion des POP et la contamination de la chaîne alimentaire (35).

La technologie de pointe de contrôle de la pollution atmosphérique (APC) visant à réduire les émissions de POP dans l'air a conduit au transfert de ces émissions vers des résidus tels que les cendres volantes et, dans une moindre mesure, les cendres de fond. Une réglementation et un contrôle stricts des cendres est donc nécessaire, afin d'éviter une plus grande dispersion des POP et la contamination de la chaîne alimentaire



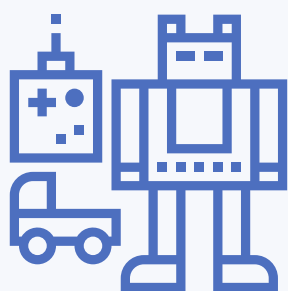
Des techniques de non-combustion peuvent également être utilisées pour la destruction ou la transformation irréversible des plastiques impactés par les POP. Cependant, aucune de ces technologies n'a démontré ses performances à grande échelle et le processus CreaSolv a été inclus en tant que technologie émergente dans les directives de la Convention de Stockholm sur les MTD/MPE sur le traitement des plastiques contenant des PBDE. Il a été démontré que le traitement mécano-chimique (broyage à boulets) détruit les PFAS et les PBDE dans les plastiques impactés (36) (37), et le CreaSolv est capable de séparer les POP bromés des polystyrènes expansés permettant le recyclage du styrène propre récupéré (38). Le processus peut également être appliqué aux déchets électroniques contenant des POP bromés.

Avec le commerce mondial des déchets plastiques nous avons assisté à des déplacements de volumes importants de déchets plastiques en provenance de pays développés et à destination de pays en développement, là où des pratiques de recyclage et d'élimination écologiquement dangereuses peuvent augmenter considérablement l'exposition aux composés toxiques. Les estimations indiquent qu'en 2016, 70 % de toutes les exportations de déchets plastiques provenaient des pays membres de l'OCDE, et étaient principalement destinées aux pays à faibles revenus d'Asie de l'Est et du Pacifique (39). La décision de la Chine d'interdire l'importation de déchets plastiques contaminés devrait entraîner un déplacement de 111 millions de tonnes de déchets plastiques d'ici 2030. Un cas récent de l'accroissement de l'exposition humaine aux POP en raison d'une mauvaise gestion des plastiques importés a été observé au Ghana avec un échantillonnage sur un « site de recyclage » qui a révélé des niveaux de dioxines parmi les plus élevés jamais enregistrés (40).



Photo credit: BaliFokus/Nexus3

Il est également important de reconnaître que dans de nombreux pays, l'économie informelle du recyclage est un élément fondamental de la gestion des déchets plastiques, mais on sait peu de choses sur le sort des additifs plastiques dans ces pratiques informelles de « recyclage ».



Détection de niveaux élevés de PBDD / F et d'activité de type dioxine dans les jouets

Les PBDD et les dibenzofuranes sont de plus en plus signalés à des niveaux significatifs dans diverses matrices, y compris les biens de consommation fabriqués à partir de plastiques contenant certains ignifugeants bromés. Une étude a déterminé que les niveaux de PBDD / F présents dans les constituants plastiques des jouets pouvaient constituer une menace pour la santé des enfants. Les PBDD / F, contrairement à leurs homologues chlorés (PCDD / F), n'ont pas été officiellement attribués à des facteurs d'équivalence toxique (TEF) par l'OMS. Une estimation a été faite de l'ingestion quotidienne de TEQ provenant de jouets en plastique contaminés par les PBDD / F par les habitudes des enfants. On observe que l'ingestion quotidienne de PBDD / F provenant de jouets en plastique contaminés peut contribuer de manière significative à l'apport quotidien total en dioxine des jeunes enfants.

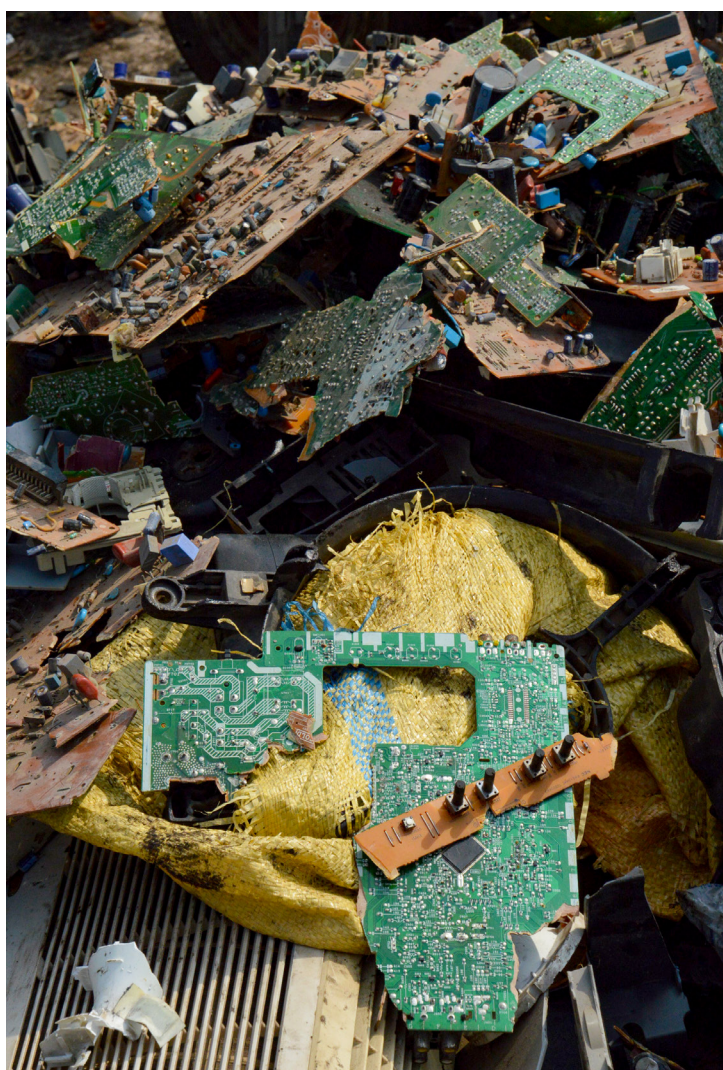


Photo credit: Martin Holzkecht, Arnika



2.2. Les substances préoccupantes

La section suivante décrit les groupes de produits chimiques les plus préoccupants utilisés dans la production de plastique en raison de leur présence dans les biens de consommation et de leurs impacts connus sur la santé humaine. Elle traite de groupes de substances chimiques plutôt que de substances individuelles, afin de se concentrer sur la réduction de l'utilisation de classes entières plutôt que d'éliminer les produits chimiques problématiques individuels un par un. Cette approche permet d'élaborer des stratégies coordonnées visant à réduire la production et l'utilisation des produits chimiques préoccupants et prévenir les substitutions regrettables.

S'attaquer à des groupes entiers de produits chimiques peut s'avérer plus efficace, car il existe un grand nombre de produits chimiques utilisés, dont la plupart n'ont pas été bien étudiés, de sorte que leurs impacts sur la santé humaine et environnementale ne sont pas encore suffisamment connus. De plus, lorsqu'un produit chimique nocif est éliminé, souvent seulement après des années de recherche et de négociation, le produit choisi pour le remplacer est souvent un « cousin chimique » doté d'une structure similaire et potentiellement dangereux (41) (42). Des stratégies de regroupement ont été proposées par des institutions et des organisations environnementales telles que Greenpeace et la Commission européenne (43) et également par le Green Science Policy Institute. (v) Bien que bon nombre des produits chimiques suivants ne répondent pas aux critères de POPs de la Convention de Stockholm, beaucoup peuvent persister longtemps et parcourir de longues distances (avec l'exposition et la toxicité liées à l'ingestion de plastique et de microplastiques que cela implique), et sont donc tout autant préoccupants (44).

2.2.1. Retardateurs de flamme

Les retardateurs de flamme sont une classe d'additifs utilisés dans les produits en plastique et autres polymères pour réduire l'inflammabilité et empêcher la propagation du feu. Ils sont utilisés dans de nombreux produits de consommation allant des appareils électroniques aux mousses isolantes. Les principaux retardateurs utilisés dans les plastiques comprennent les retardateurs de flamme bromés (RFB) utilisant de l'antimoine (Sb) comme synergiste (par exemple les polybromodiphényléthers (PBDE)), le décabromodiphényléther; le tétrabromobisphénol A (TBBPA), les retardateurs de flamme au phosphore (par exemple le phosphate de tris(2-chloroéthyle) (TCEP) et le phosphate de tris(2-chlorisopropyle) (TCPP)) et les paraffines chlorées à chaîne courte, moyenne et longue (SCCP/MCCP/LCCP), l'acide borique, l'hexabromocyclododécane (HBCD) (2) et la série de composés appelés Dechloranes sous toutes leurs formes, tels que le Dechlorane 602, le Dechlorane 603, le Dechlorane 604 et le Dechlorane Plus (45).

Les PBDE sont des substances hydrophobes produites en trois formulations commerciales (penta-BDE commercial, octa-BDE commercial et déca-BDE commercial). Ils sont omniprésents, toxiques, persistants et bioaccumulables, et représentent un risque pour la santé humaine (46). Les tétra- à hepta-BDE et l'hexabromobiphényle (HBB) ont été inscrits à l'Annexe A de la Convention de Stockholm en 2009 pour élimination avec dérogation pour le recyclage, et le décaBDE a été inscrit en 2017 avec plusieurs dérogations permettant son utilisation (vi) (47). En 2013, le HBCD a été inscrit pour élimination à l'Annexe A de la Convention avec une dérogation spécifique pour l'utilisation et la production de polystyrène expansé (EPS) et de polystyrène extrudé (XPS), où il est principalement utilisé (113).

Dernièrement, une attention particulière a été accordée à d'autres retardateurs de flamme bromés émergents tels que le 1,2-bis (2,4,6-tribromophénoxy) éthane (BTBPE), le décabromodiphényléther (DBDPE) et l'hexabromobenzène (HBBz), car ils ont été identifiés dans de nombreux milieux environnementaux, des organismes, des aliments et chez l'homme (Autorité européenne de sécurité des aliments, 2012). Comme ils ne sont pas liés chimiquement à la matrice polymère, ils peuvent s'infiltrer dans leur environnement proche (48) (49) (l'exception étant le tétrabromobisphénol A (TBBPA) qui est normalement lié chimiquement au polymère) (50). Le TBBPA est produit par bromation du bisphénol A, il est le BFR le plus produit au monde, représentant 60 % du marché des BFR (51).

2.2.2. Les produits chimiques perfluorés

Le PFOS et substances connexes sont inscrits sur la liste de la Convention de Stockholm depuis 2009, et l'inscription du PFOA et substances connexes est proposée pour inscription lors de la présente CdP. Le PFHxS a été reconnu comme répondant aux critères de POPs. Toutes les substances per- et polyfluorées ^(vii) (PFAS) sont considérées comme présentant un risque dans le cadre de l'Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques (SAICM). Le PFOS et le PFOA ne suivent pas le modèle d'un POP classique ; ils ne s'accumulent pas dans les tissus adipeux, ils créent plutôt des liens avec les protéines. Ils s'accumulent donc principalement dans des organes tels que le foie, les reins, le cerveau et la rate. Dans les études animales, il a été démontré que le PFOS provoque le cancer, la mortalité néonatale, des retards de développement physique et des perturbations endocriniennes. Des niveaux élevés de PFOS et de PFOA chez la mère sont associés à un retard de grossesse (52). Des niveaux élevés de PFOS/PFOA sont associés à une réduction de la qualité du sperme humain et de la taille du pénis (53) (54). Pour la plupart des autres aspects de toxicité du PFAS, les données sont insuffisantes (55).

Une utilisation importante de substances apparentées au PFOA (précurseurs du PFOS) avait lieu dans les polymères fluorés à chaîne latérale tels que les polymères (mét) acylés fluorés, les polymères d'uréthane fluorés ou les polymères d'oxétane fluorés (56) (57). Des substances liées à au PFOA ont également été incluses. Ces polymères sont utilisés pour le traitement de surface des tapis, textiles ou meubles et peuvent être libérés sous forme de particules et éventuellement de microplastiques. La dégradation des polymères fluorés à chaîne latérale peut libérer du PFAS, y compris le PFOA ou du PFOS, en fonction de leur synthèse antérieure (58) (57).

2.2.3. Les phtalates

Les esters d'acide phtalique ou phtalates sont une famille d'additifs utilisés comme plastifiants, principalement dans la production de PVC (59). Ils ajoutent du parfum aux produits et les rendent plus souples. Mais certains phtalates ont été définis comme perturbateurs endocriniens, même à de faibles concentrations (60). Les phtalates interfèrent avec la production d'androgènes (testostérone), une hormone essentielle à la croissance des mâles, mais aussi des femelles.

Le PVC peut contenir 10 à 60 % de phtalates

Le PVC peut contenir 10 à 60 % de phtalates en poids (61). Ils peuvent facilement se répandre dans l'environnement lors de la fabrication, l'utilisation et l'élimination (61). Ils constituent un risque élevé, car ils ont été décelés dans de nombreux milieux. En 2015, 8,4 millions de tonnes de plastifiants ont été utilisées dans le monde. Le phtalate de di(2-éthylexyle) (DEHP) était le plus utilisé, représentant 37 % du marché mondial des plastifiants (ECPI, 2016). Cependant, le DEHP a été progressivement remplacé par le phtalate de diisononyl (DiNP), le phtalate de diisodécyle (DiDP) et le phtalate de di(2-propyle heptyle) (DPHP), qui représentaient 57 % de la consommation de plastifiant en Europe en 2015 (59).

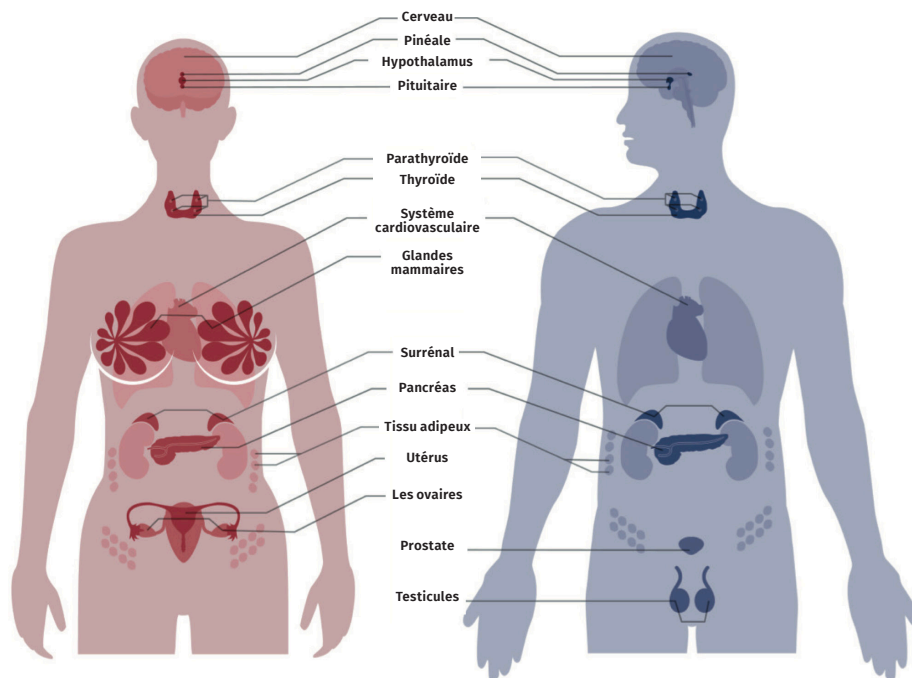


Illustration: Endocrine Society

L'Union Européenne a restreint l'utilisation de certains phtalates depuis 1999, et les États-Unis et le Canada ont également restreint leur utilisation depuis 2008, en particulier dans les jouets ou articles pour enfants que les jeunes enfants peuvent mettre dans leur bouche. Le DEHP a été classé comme une reprotoxine (catégorie 1B) dans l'UE.

2.2.4. Les bisphénols

Les bisphénols sont un groupe de composés chimiques comprenant deux fonctionnalités d'hydroxyphényle. Ils sont présents dans de nombreux produits en plastique de polycarbonate (y compris les bouteilles d'eau, les contenants et emballages de stockage des aliments, les équipements sportifs et les disques compacts), les doublures en résine époxy de canettes en aluminium et sont également fréquemment utilisés en tant que révélateur dans le papier thermique, comme les reçu de caisse.



Ils sont présents dans de nombreux produits en plastique de polycarbonate (y compris les bouteilles d'eau, les contenants et emballages de stockage des aliments, les équipements sportifs et les disques compacts)

Le bisphénol A (BPA) est le produit chimique le plus représentatif du groupe des bisphénols et l'un des produits chimiques les plus couramment produits dans le monde, avec plus de trois millions de tonnes produites chaque année (62). Chez la femme, un lien a été avéré avec une baisse dans la qualité des ovules et d'autres aspects de la viabilité des ovules chez les patientes en quête d'un traitement de fertilité.

Le BPA est principalement utilisé comme monomère pour les plastiques en polycarbonate (PC) (65 % du volume utilisé) et les résines époxy (30 % du volume utilisé), qui sont les principaux composants de la couche de revêtement des canettes en aluminium (63). Le BPA peut également être utilisé comme antioxydant ou comme plastifiant dans d'autres polymères (PP, PE et PVC) (64). Une lixiviation du BPA peut avoir lieu (65), entraînant des rejets dans les emballages des aliments et des boissons, ce qui constitue une source d'exposition pour l'être humain (66). Des études sur l'exposition humaine au bisphénol A et au 4-tertiaire-octylphénol menées aux États-Unis ont démontré une corrélation entre la concentration et la population dans certains groupes démographiques et en fonction du revenu : On trouvait ainsi chez les femmes des concentrations statistiquement plus élevées que chez les hommes, et chez les enfants des concentrations plus élevées que chez les adolescents, qui à leur tour présentaient des concentrations plus élevées que les adultes. Les concentrations les plus faibles se trouvaient chez les participants ayant les revenus de ménages les plus élevés (67).



PFOA listé dans la Convention de Stockholm et PFHxS dans le processus POPRC



La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants a voté à l'unanimité l'ajout de l'acide perfluorooctanoïque (PFOA) à la liste des substances à éliminer dans le cadre de l'accord de 2004 consacré à la réduction des POP. Les fluoropolymères intermédiaires étaient liés à divers types de cancer, ainsi que les maladies thyroïdiennes, ulcéreuses, colite et malformations congénitales. À sa quatorzième réunion, le Comité d'étude des produits chimiques de la Convention de Rotterdam a adopté le profil de risque sur l'acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), ses sels et ses composés apparentés au PFHxS, faisant passer le produit chimique à la prochaine étape d'examen nécessitant une évaluation de la gestion des risques.

D'autres analogues du bisphénol, tels que le bisphénol B, le bisphénol F et le bisphénol S, sont également utilisés dans les plastiques et peuvent également représenter une menace pour l'environnement ([En savoir plus ici](#)). Le circuit hormonal perturbé par le bisphénol S (PBS) s'est manifesté de différentes manières dans les études sur les animaux : dans le changement de la croissance de l'utérus, les modifications des concentrations des hormones mâle et femelle, les perturbations de la reproduction incluant les changements à la production des œufs et à la fertilité (68) aussi bien que la prise importante de poids et l'altération des profils des hormones métaboliques (69). Une étude récente (70) a démontré que le BPS modifie le comportement maternel et la fonction cérébrale chez les souris exposées pendant la grossesse / l'allaitement, ainsi que chez leur progéniture femelle. Un résumé des effets du BPS sur l'activité hormonale est disponible dans un article de synthèse complet publié dans l'Environmental Health Perspectives (71).

Bien que moins bien étudié que le BPA ou le BPS, le bisphénol F (BPF) semble avoir des effets similaires à ceux du BPA. Des études récentes sur la liaison aux récepteurs indiquent qu'il est à peu près aussi puissant que le BPA lorsqu'il agit via au moins l'un des récepteurs nucléaires des œstrogènes (72). Ces études sont complétées par des tests sur les animaux qui montrent les effets du BPF sur la croissance utérine et le poids des testicules, démontrant respectivement les impacts sur les voies œstrogéniques et androgéniques (73). Le BPF, comme le BPA, semble également perturber les voies thyroïdiennes (74).

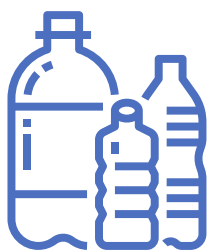


2.2.5. Les nonylphénols

Les NP et les NPE sont utilisés pour de nombreuses applications telles que les peintures, les pesticides, les détergents et les produits de soins personnels

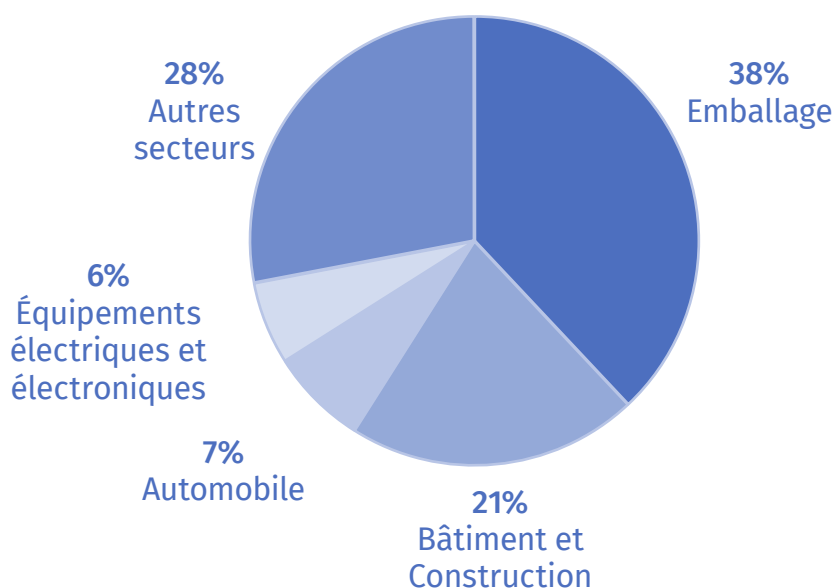
Les nonylphénols (NP) sont des produits intermédiaires issus de la dégradation d'une classe largement répandue de surfactants et d'antioxydants : les éthoxylates de nonylphénol (NPE) (48). Les NP et les NPE sont utilisés pour de nombreuses applications telles que les peintures, les pesticides, les détergents et les produits de soins personnels et peuvent également être utilisés comme antioxydants et plastifiants dans les plastiques (115). Des études ont démontré que les NP infiltrent l'eau contenue dans les bouteilles en plastique (116). De plus, les effluents des stations d'épuration sont la principale source de NP et NPE dans l'environnement. Les impacts des NP dans l'environnement comprennent la féminisation des organismes aquatiques et une diminution de la fertilité des mâles et de la survie des jeunes, même à faible concentration (75). Les NP sont considérés comme des perturbateurs endocriniens et leur utilisation est interdite dans l'Union Européenne, en raison notamment de leurs effets sur l'environnement et la santé humaine (115).

2.3. Les secteurs prioritaires



26%

À l'échelle mondiale, les emballages en plastique représentent 26% du volume total de plastiques utilisés



Les polymères et leurs additifs sont largement utilisés dans les produits de consommation et pour fabriquer des fibres synthétiques, des mousses, des revêtements, des adhésifs et des mastics. À l'échelle mondiale, les emballages en plastique représentent 26 % du volume total de plastiques utilisés (4). En Europe, leur utilisation est dominée par le secteur de l'emballage (38 %), suivi du secteur du bâtiment et de la construction (21 %), du secteur automobile (7 %), des secteurs des équipements électriques et électroniques (6 %) et des autres secteurs (28 %) comme le secteur médical et celui des loisirs (76).

Les plastiques et les biens de consommation qui en sont issus peuvent contenir des POP tels que des PCCC, des PBDE, des PCB, des PCN et des produits chimiques apparentés au SPFO/APFO et d'autres substances toxiques. Le plastique contenant des POP est également largement utilisé dans les secteurs du bâtiment et de la construction, de l'automobile et des équipements électriques et électroniques, compromettant plus d'un tiers de l'utilisation du plastique. Pendant le processus de recyclage, d'autres plastiques sont également affectés par des substances toxiques, alors qu'ils n'étaient pas utilisés à l'origine, et on les retrouve même dans des matériaux en contact avec les aliments (77) (78) (79) (80). Une étude préparée par le Secrétariat de la Convention de Stockholm a noté que la présence de PBDE en faible concentration dans les articles, y compris les jouets, indique que leur présence n'est pas le résultat d'une utilisation intentionnelle ; ils apparaissent très probablement dans de nouveaux produits en plastique recyclé contenant des PBDE (voir la figure ci-dessus) (UNEP/POPS/COP.8/INF/12). (En savoir plus ici)

Pendant le processus de recyclage, d'autres plastiques sont également affectés par des substances toxiques, alors qu'ils n'étaient pas utilisés à l'origine, et on les retrouve même dans des matériaux en contact avec les aliments



Les secteurs examinés dans la section suivante sont considérés comme les plus préoccupants sur la base des preuves de la présence de produits chimiques perturbateurs endocriniens (EDC) et de leurs répercussions sur la santé humaine ([En savoir plus ici](#)).

2.3.1. Les produits pour enfants

Les jouets pour enfants contiennent souvent des EDC. Certains EDC sont réglementés et interdits dans les jouets, les jeux et accessoires pour enfants tels que les biberons dans certaines juridictions, mais de nombreux problèmes persistent. Les produits plus anciens, fabriqués en dehors des pays qui les ont réglementés ou fonctionnant avec des piles/desbatteries peuvent constituer un risque important ([En savoir plus ici](#)).

Les POP sont détectés dans les jouets produits à partir du plastique recyclé contenant des POP retardateurs de flamme bromés (BFR) (81) et de l'utilisation abondante des PCCC dans les jouets en PVC souple (82) (83). Le contenu des POP-PBDE et autres additifs plastiques dans le plastique recyclé expose les enfants à des risques par le biais des jouets (84) (85). Une nouvelle étude menée par l'IPEN en 2017 révèle des concentrations élevées de PBDE (polybromodiphényléthers) tels que l'octabromodiphényléther (OctaBDE), décabromodiphényléther (DecaBDE) et les PCCC (paraffines chlorées à chaîne courte) dans les jouets fabriqués à partir de matériaux recyclés et achetés dans différents magasins dans 26 pays à travers le monde important ([En savoir plus ici : 1 - 2 - 3](#))

Les concentrations de certains produits chimiques étaient plus de cinq fois supérieures aux limites internationales recommandées. Ils sont répertoriés dans la Convention de Stockholm. Cependant, leur présence dans les nouveaux produits, bien qu'ils soient interdits ou restreints, ouvre la discussion sur un problème de réglementation inadéquate du recyclage dans une économie circulaire.



L'étiquetage des phtalates peut être observé dans les pays développés, mais pas dans les pays en développement ou en transition. Des projets récents au Népal, aux Philippines, en Arménie, en Serbie et en Biélorussie ont clairement montré que les phtalates ne sont pas étiquetés sur les jouets, les informations sur les étiquettes des produits n'aident donc pas les consommateurs à choisir un jouet non toxique, et ne les aide pas à prendre conscience de la toxicité du produit et ses effets sur la santé ([En savoir plus ici](#)).

Le problème avec d'autres EDC tels que les métaux et leurs sels est également reconnu depuis longtemps, et des études de l'International Pollutants Elimination Network (IPEN) ([En savoir plus ici](#)) ont rapporté la présence de plomb dans 18 % des produits destinés aux enfants en Russie et dans les pays voisins, 15 % aux Philippines et 10 % dans cinq villes de Chine. Le cadmium est un élément naturel utilisé dans les batteries/piles, les pigments, les stabilisateurs plastiques, les alliages et les revêtements. Au cours des dernières années, il a été soumis à une réglementation accrue en tant que cancérigène et polluant. Le cadmium peut également être un EDC ; la recherche suggère un lien avec un large éventail d'effets néfastes sur le système reproducteur.

2.3.2. Emballage : matériaux en contact avec les aliments et les boissons

Le plastique est principalement utilisé dans les emballages en tant que produit à usage unique à faible coût qui n'est pas le plus souvent réutilisable ou dont la réutilisation n'est pas prévue. Aujourd'hui, 95 % de la valeur des emballages en plastique est perdue pour l'économie après une courte utilisation unique (4). L'emballage en plastique est diversifié et fait de plusieurs polymères et de nombreux additifs, ainsi que d'autres composants, tels que des adhésifs ou des revêtements, et plus inquiétant encore, il peut contenir des résidus de substances utilisées lors de la fabrication telles que des solvants, ainsi que des substances ajoutées de manière non intentionnelle telles que des impuretés, des oligomères ou des produits de dégradation (20). Les POP fluorés tels que l'AFPO et anciennement le SPFO sont utilisés pour les emballages alimentaires dans les revêtements de polymère fluoré (86) (87).

Les phtalates sont utilisés dans des centaines de produits, y compris de nombreux contenants pour aliments et boissons et emballages en plastique. Les emballages suscitent des inquiétudes, car les consommateurs sont exposés aux phtalates lorsqu'ils se répandent dans les aliments ou sont libérés lorsque les récipients sont chauffés dans des micro-ondes. Certaines entreprises les ont volontairement retirées de leurs produits et les annoncent comme étant « sans phtalates ». Parmi la classe de phénols des composés considérés comme des EDC, le bisphénol A (BPA) est l'un des plus connus et des plus répandus. Bien que le BPA ait été interdit dans les produits destinés aux enfants, tels que les biberons, dans certains pays, il est toujours utilisé dans de nombreuses bouteilles d'eau et contenants en plastique et dans les résines époxy qui protègent les aliments en conserve de la contamination. ^(viii)

L'étiquetage des phtalates peut être observé dans les pays développés, mais pas dans les pays en développement ou en transition





2.3.3. Équipements électriques et électroniques (EEE) et déchets connexes (DEEE/déchets électroniques)

Les POP-BFR (tétra-hepta-BDE, déca-BDE, HBB, HBCD) sont ou ont été utilisés comme retardateurs de flamme dans le plastique en électronique. Le Deca-BDE a été très largement utilisé et bénéficie toujours d'une dérogation pour utilisation dans les boîtiers des EEE.

En 2009, l'Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques (SAICM) a convenu que les produits chimiques dangereux dans l'électronique sont un sujet de préoccupation mondiale et en 2011, l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) et les secrétariats des Conventions de Bâle et de Stockholm ont accueilli une réunion du groupe d'experts pour formuler des recommandations sur les produits chimiques dangereux dans l'électronique qui ont ensuite été approuvées par plus de 100 gouvernements lors des réunions de la SAICM en 2012 et 2015.

Les produits chimiques dangereux dans l'électronique sont un sujet de préoccupation mondiale

Il est de plus en plus évident que la demande de plastiques de couleur noire dans les produits de consommation est partiellement satisfaite en s'approvisionnant en matériaux provenant des boîtiers en plastique des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) en fin de vie, source de contamination par des POP (78) (79) (84) (85) (14). Le plastique DEEE mal trié a le potentiel d'introduire des substances restreintes et dangereuses dans le recyclât. En plus des POP-BFR, l'antimoine, qui est un synergiste ignifuge, et les métaux lourds tels que le cadmium, le chrome, le mercure et le plomb sont réintroduits par recyclage (88).

Il est important de noter que ces produits chimiques ne figurent sur les étiquettes des EEE et les déchets électroniques qui en découlent. Le manque d'informations sur leur présence dans les produits et les déchets complique le processus de recyclage, sape l'approche d'économie circulaire, dénie aux consommateurs leur droit de savoir et constitue un risque pour les manipulateurs de déchets.



2.3.4. **Textile, rembourrage et mobilier**

Ces produits chimiques ne sont pas présents sur les étiquettes des produits textiles, ce qui ne permet pas aux consommateurs de prendre une décision éclairée ou aux recycleurs de procéder à un recyclage en toute sécurité. En conséquence, les consommateurs ne disposent d'aucune information sur leur contenu dans les produits qu'ils achètent, tandis que les gouvernements ne savent pas s'ils sont conformes ou non à l'exigence de la Convention de Stockholm qui ne permet pas le recyclage des produits contenant du déca-BDE

Le polyester, le nylon, l'acrylique et les autres fibres synthétiques sont toutes des formes de plastique différentes constituant actuellement plus de 60 % des matériaux qui composent nos vêtements dans le monde entier (89). Les fibres synthétiques en plastique sont bon marché et extrêmement polyvalentes, offrant souplesse, respirabilité, chaleur et robustesse. Ces fibres contribuent à la pollution plastique des océans d'une manière subtile mais omniprésente car les tissus qu'elles composent, ainsi que les mélanges synthétiques-naturels, s'infiltrent dans l'environnement lors de simples lavages. Les estimations varient, mais il est possible qu'une seule machine libère des centaines de milliers de fibres et de microfibres de vêtements dans le système de collecte des eaux usées. Les textiles finissent également dans les rivières et les océans à partir des décharges.

Plusieurs POP sont utilisés dans les textiles pour vêtements et en particulier pour le rembourrage dans les transports et les meubles et autres textiles ou tapis ignifugés ou traités en surface (par exemple les penta-BDE commerciaux, le déca-DBE, le HBCD, les PCCC, le SPFO et l'APFO). Le déca-BDE et les PCCC ont fait l'objet de dérogations ([En savoir plus ici](#)) permettant leur utilisation dans les textiles. Ces produits chimiques ne sont pas présents sur les étiquettes des produits textiles, ce qui ne permet pas aux consommateurs de prendre une décision éclairée ou aux recycleurs de procéder à un recyclage en toute sécurité. En conséquence, les consommateurs ne disposent d'aucune information sur leur contenu dans les produits qu'ils achètent, tandis que les gouvernements ne savent pas s'ils sont conformes ou non à l'exigence de la Convention de Stockholm qui ne permet pas le recyclage des produits contenant du déca-BDE.



2.3.5. Le secteur du bâtiment

Le secteur du bâtiment fait une utilisation importante de plastique et de polymères. De grands volumes de mousses de polymères sont utilisés comme isolants dans les bâtiments et autres domaines de construction. Les principales mousses de polymère utilisées sont les polystyrènes, y compris le polystyrène expansé (EPS) et le polystyrène extrudé (XPS), le polyuréthane (PUR) et le polyisocyanurate (PIR). Les mousses sont souvent ignifugées avec du brome ou d'autres ignifugeants afin de répondre aux normes d'inflammabilité. Le HBCD répertorié comme POP en 2013 est toujours utilisé dans les EPS/XPS avec une dérogation spécifique pour l'utilisation à des fins d'isolation dans la construction. Le décaBDE répertorié comme POP en 2017 est toujours utilisé dans la mousse PUR dans la construction car il bénéficie d'une dérogation spécifique. Ces mousses ont une longue durée de vie de plusieurs décennies, voire même d'un siècle, et constituent d'importants défis pour les pays en développement en termes de gestion de la mousse isolante en fin de vie (90).

Autres polymères du secteur de la construction traités avec du décaBDE ou d'autres retardateurs de flamme : la mousse isolante en PE, les bâches en plastique PE et les bâches en plastique PP. De plus, les PCCC sont toujours utilisés et les PCN et les PCB ont été utilisés dans le passé dans des polymères destinés à la construction, en particulier dans les produits d'étanchéité et les peintures. (91) (92). On retrouve également les PCCC pour la construction dans le PVC, les mastics / adhésifs et le caoutchouc, et donc dans toute une variété de polymères (93). Le décaBDE et le HBCD sont également utilisés dans les peintures / revêtements intumescents dans la construction. Ces plastiques ont une longue durée de vie de plusieurs décennies. Pour les peintures et les produits d'étanchéité, qui contiennent souvent des plastifiants de revêtement tels que les PCB ou les SCCP et sont souvent à base de PVC, des études ont démontré que leur élimination par sablage a, par le passé, entraîné la pollution de l'environnement, notamment plusieurs centaines de kilomètres de sédiments fluviaux et de fjords par des PCB provenant des ponts (94) (95).

2.4. Microplastiques, polluants persistants dont la capacité de transport entrave la mise en œuvre de l'économie circulaire



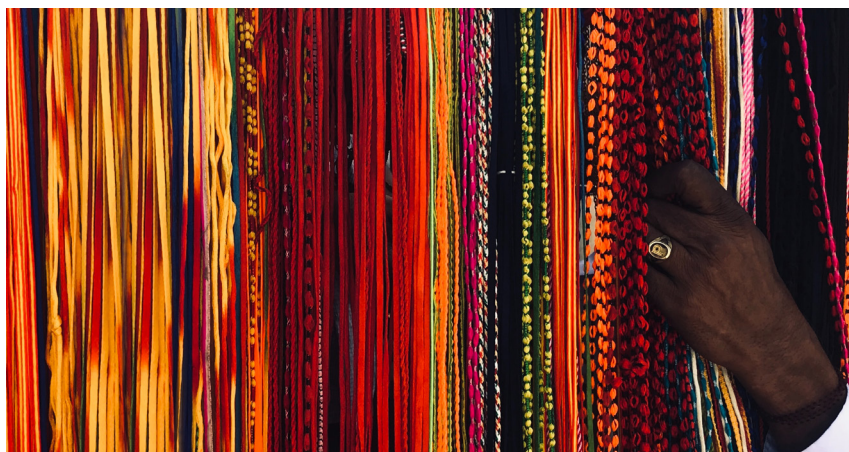
Mieux comprendre la toxicité des microplastiques

Les plastiques contiennent des additifs (y compris des perturbateurs endocriniens) qui peuvent être absorbés par les tissus des animaux qui les avalent. Cette recherche contribuera à identifier les plastiques les plus toxiques en fonction de leur composition, afin de les éliminer en priorité de notre consommation.

Plastique en mer: les solutions sont sur terre!

Il serait impossible de collecter l'énorme quantité de microplastiques en mer. La solution la plus efficace est d'arrêter le flux de déchets en provenance des continents.

Les microplastiques sont de très petites particules de matière plastique, généralement inférieures à 5 mm, qui peuvent être involontairement formées par l'usure de plus gros morceaux de plastique, y compris des textiles synthétiques, ou fabriquées et ajoutées intentionnellement à des produits dans un but spécifique, comme les perles exfoliantes des soins pour le visage ou le corps. Une fois rejetés dans l'environnement, ils s'accumulent dans les poissons et les crustacés et pénètrent par conséquent dans la chaîne alimentaire.

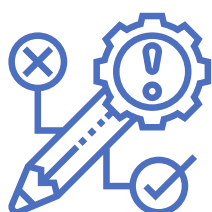


Mus par des préoccupations relatives à l'environnement et à la santé humaine, plusieurs pays ont promulgué ou proposé des interdictions nationales sur l'utilisation intentionnelle des microplastiques ([En savoir plus ici](#)) dans certains produits de consommation, principalement des « microbilles » dans des produits cosmétiques de « rinçage », ou envisagent de nouvelles restrictions sur les microplastiques ajoutés intentionnellement dans des produits desquels ils seront inévitablement libérés. La portée de ces restrictions couvre l'utilisation des microplastiques dans une large gamme de produits de consommation et professionnels dans de multiples secteurs, notamment les produits cosmétiques, les détergents et les produits d'entretien, les peintures et les revêtements, les matériaux de construction, les médicaments et divers produits utilisés dans l'agriculture et l'horticulture ainsi que dans les secteurs du pétrole et du gaz ([En savoir plus ici](#)).



Plusieurs conséquences de l'ingestion de macro-, micro- et nano-plastiques ou de l'enchevêtrement de macroplastiques ont été signalées pour diverses espèces (96) (97), y compris la suffocation ou l'obstruction du tube digestif entraînant la mort (96). De plus, la capacité des plastiques à absorber les POP est également une source de problèmes supplémentaires (2), des additifs plastiques ont notamment été détectés à des concentrations allant jusqu'à six ordres de grandeur plus élevées que celles dans l'eau environnante (98). De plus, les EDC dans les microplastiques peuvent être aussi nocifs que les POP répertoriés en termes de comportement et de conséquences dans le milieu marin, car ils peuvent avoir un niveau d'activité, une distribution étendue, un risque toxique et une bioaccumulation comparables à ceux des POP.

Les plastiques en milieu marin jouent un rôle important dans le transport mondial de contaminants chimiques toxiques encapsulés dans la matrice polymère ou adsorbés à partir de l'environnement pollué. Leur persistance dans les conditions du milieu marin est estimée en décennies, voire en siècles, et peut donc être transportée sur de longues distances par les courants océaniques ou par la migration de la vie océanique, représentant ainsi une menace directe pour les populations de poissons, la richesse de la biodiversité marine et un risque potentiel pour la santé humaine (99) (100) (101).

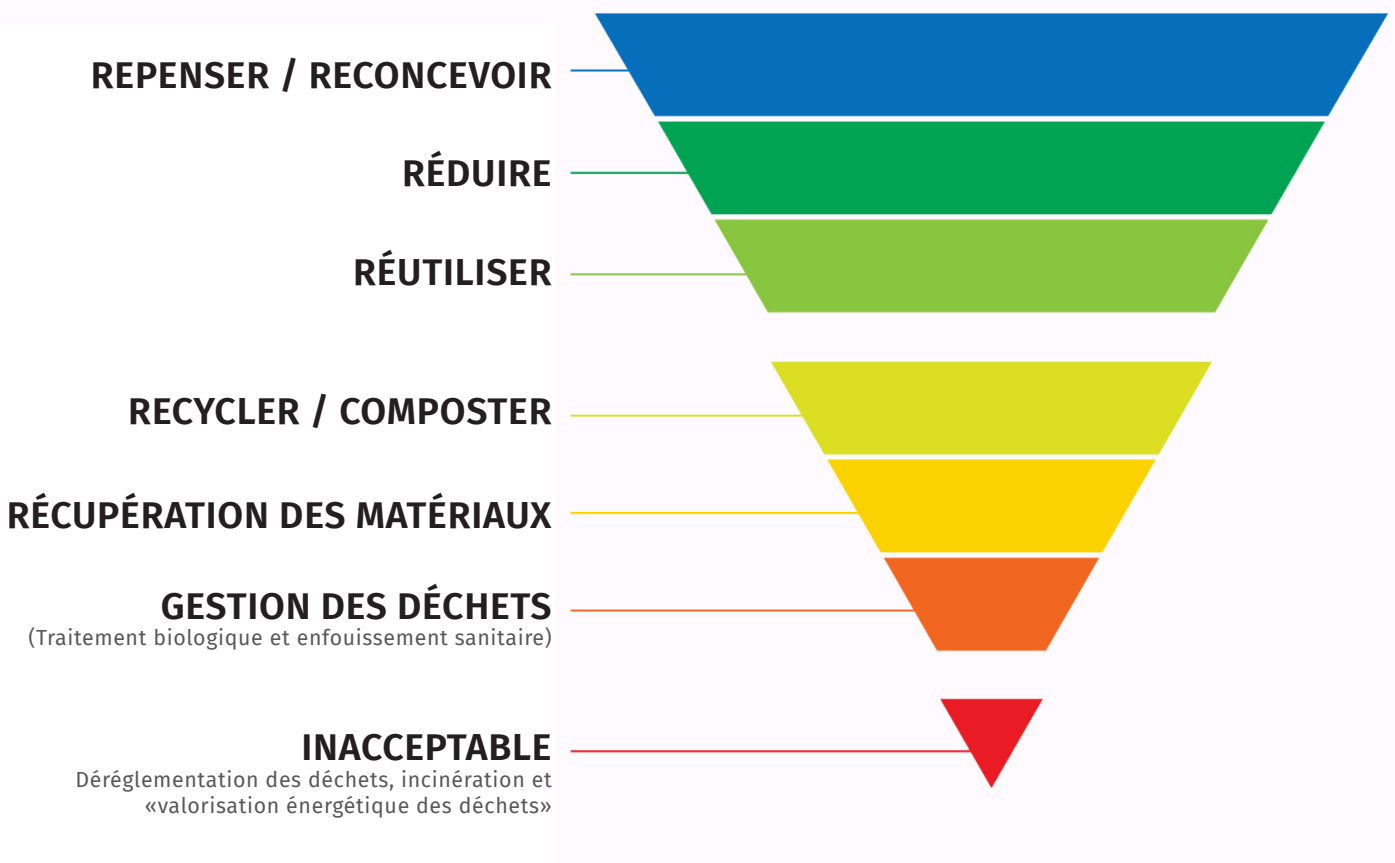


3. Les approches clés pour s'attaquer au problème

Il existe un certain nombre d'approches générales qui peuvent contribuer à réduire les dommages associés aux plastiques et aux additifs toxiques qu'ils peuvent contenir afin de « fermer la boucle » en toute sécurité. On reconnaît de plus en plus la nécessité de s'attaquer aux problèmes de pollution « en amont » afin de réduire la production finale de déchets dangereux et autres. Miser sur le recyclage peut cependant avoir des effets secondaires négatifs si l'écotoxicité et le risque pour la santé ne sont pas correctement traités à un stade précoce.

La gestion et le recyclage des déchets sont des aspects essentiels de l'approche d'une économie circulaire sûre, mais ils ne se limitent pas seulement à ces deux aspects. Le concept comprend également de nombreux autres aspects tels que l'éco-conception, le développement de nouveaux modèles commerciaux, les systèmes produits-services, l'extension des durées de vie des produits, les garanties à vie, la réutilisation, la remise à neuf, les stratégies de remise à neuf, les réglementations sur le droit à la réparation, le passage à la pleine responsabilité du producteur avec des objectifs de performance élevés et des résultats reposant sur une application stricte de la réglementation.

LA HIÉRARCHIE DU ZÉRO DÉCHET



Certains des points ci-dessous peuvent potentiellement être pertinents pour les travaux entrepris par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement ou dans le cadre de la SAICM, et peuvent également éclairer des travaux spécifiques au titre des Conventions de Bâle et de Stockholm :

a) Accélérer l'innovation de matériaux plus sûrs :

Il existe un besoin évident et croissant d'innovation visant à développer des matériaux plus sûrs et accroître ainsi la disponibilité d'alternatives plus sûres et non toxiques sur le marché (par exemple, des alternatives aux PCCC et au décaBDE, Secrétariat de la Convention de Stockholm 2019a, b) (102) (103). Il arrive souvent que des substances nocives soient remplacées par des produits chimiques de structure similaire et potentiellement nocifs (42), il faut donc mettre en place des systèmes pour éviter de telles substitutions chimiques qui ne peuvent être que regrettables.

De récentes initiatives, telles que l'exercice de cartographie réalisé par l'Agence Européenne des Produits Chimiques (ECHA) ([En savoir plus ici](#)) peut servir de premier pas en ce sens. Le projet conjoint de l'ECHA et des représentants de l'industrie a établi une liste de plus de 400 additifs ou pigments fonctionnels utilisés dans les plastiques, y compris des informations portant sur les polymères qui en contiennent le plus souvent et les plages de concentration typiques. Cette cartographie, qui se concentre sur les plastifiants, les retardateurs de flamme, les pigments, les antioxydants, les agents antistatiques, les agents de nucléation et autres types de stabilisants, a permis d'évaluer les substances enregistrées sous REACH à plus de 100 tonnes par an.

(b) Promouvoir la collaboration avec l'industrie :

Des outils et des approches communs fournissent une orientation et permettent d'accélérer le changement. Il est désormais établi que lorsque les industries se mettent d'accord et conviennent sur des normes, des certifications et des réglementations alignées sur une vision commune pour une chimie sûre, les progrès permettant d'obtenir des produits optimisés s'accélèrent. Les programmes de responsabilité élargie des producteurs, s'ils sont bien conçus, peuvent également prendre en charge la fermeture de la boucle. Ces approches devraient être encouragées par le biais de conventions et autres instruments internationaux promouvant la gestion rationnelle des produits chimiques et des déchets, mais également en fournissant des orientations aux syndicats et aux consortiums, en envoyant des signaux de demande plus forts à l'ensemble de l'industrie, afin de réaliser des réductions de coûts et de rendre les matériaux sains compétitifs par rapport aux produits couramment utilisés. Les plateformes collaboratives permettent à l'industrie de tester de nouveaux modèles commerciaux permettant aux différents acteurs de s'aligner sur certaines incitations.

(c) Innovation dans les systèmes de recyclage :

Bien que ce domaine ait été au cœur de la plupart des efforts mettant en place des stratégies d'économie circulaire, de nombreuses améliorations peuvent encore être apportées. Les matériaux contenant des substances dangereuses ne doivent pas être traités avec des matériaux qui ne contiennent pas de substances dangereuses. Les objectifs de recyclage des matériaux et produits exempts de substances dangereuses devraient être nettement plus élevés que ceux des catégories de matériaux qui contiennent des substances dangereuses devant passer par une phase de triage lors du processus de recyclage. Il est fortement recommandé de promouvoir l'amélioration du tri et de la collecte à la source pour éviter que des flux dangereux se mélangent à des matières recyclables sûres.

De plus, des recherches sont nécessaires sur la dépolymérisation, la déconstruction et la dissociation inconsidérées de la composition chimique des matériaux afin que les sous-produits et les composants résultants puissent être recyclés en matières premières de plus grande valeur destinés à des processus industriels nouveaux et existants. Un recyclage et une récupération contrôlés et efficaces donneraient lieu à de nouvelles possibilités d'emploi et à la réintégration dans le cycle économique des matières actuellement rejetées.

En outre, il est nécessaire de stimuler l'innovation dans le domaine des technologies et des infrastructures de recyclage. Les directives sur les MTD/MPE relatives aux POP-PBDE ont dressé la liste des technologies de tri et de recyclage des plastiques et des mousses (Secrétariat de la Convention de Stockholm 2017a). D'autres technologies en passe de faire leurs preuves comprennent l'exploitation de catalyseurs, de bactéries (enzymes), de liquides ioniques et d'autres techniques visant à convertir la composition moléculaire des plastiques, comme le polyester téréphtalate (PET), le polyéthylène (PE) et le polycarbonate (PC) en matières premières utiles [\(10\)](#).

(d) Accéder aux informations sur les produits chimiques présents dans le plastique :

Il existe un besoin urgent d'informations accessibles au public concernant l'utilisation de produits chimiques présents dans les plastiques et la composition chimique exacte des articles en plastique finis. Cette tâche pourrait être facilitée en améliorant l'accès intersectoriel à des données de haute qualité sur les évaluations des risques chimiques et en promouvant la transparence des données sur les ingrédients chimiques et leurs impacts.

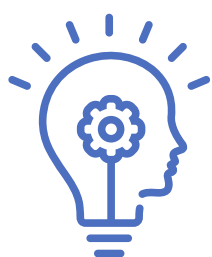
La connaissance des additifs présents dans les produits en plastique est un problème mondial. Elle nécessite une collaboration à l'échelle mondiale, entre les différents acteurs impliqués tout au long du cycle de vie des produits. Le partage d'informations concernant les produits chimiques présents dans les plastiques entre tous les acteurs impliqués dans les cycles de vie des produits est essentiel pour protéger la santé humaine et l'environnement. Le manque d'informations concernant les produits chimiques présents dans les produits est un obstacle important à la réduction des risques liés aux produits chimiques dangereux. L'accès aux informations concernant les substances chimiques présents dans les produits en plastique est une condition nécessaire et préalable pour permettre une gestion rationnelle des produits chimiques dans les articles de tous les jours, non seulement au cours de la fabrication mais également tout au long du cycle de vie des produits. La déclaration et l'étiquetage obligatoires des substances dangereuses présentes dans les produits en plastique fourniront des informations vitales aux consommateurs, aux manutentionnaires, aux transformateurs et aux organismes de réglementation.

Le programme SAICM sur les produits chimiques contenus dans les produits est une initiative mondiale unique qui promeut différentes possibilités de divulgation des informations concernant les produits chimiques présents dans les produits qui pourraient être utilisés pour les additifs toxiques dans le plastique.

Il sera peut-être nécessaire de contester les allégations injustifiées de confidentialité commerciale. Les informations concernant les produits chimiques liés à la santé et à la sécurité des êtres humains et de l'environnement ne doivent pas être considérées comme confidentielles, comme indiqué dans le programme SAICM sur les produits chimiques contenus dans les produits conformément à la stratégie politique globale de la SAICM, paragraphe 15.



Photo credit: Prigi Arisandi, Ecoton



4. Conclusions

La production du plastique et le volume d'additifs chimiques utilisés dans la fabrication des plastiques augmentent de façon exponentielle. Environ 311 millions de tonnes de plastiques ont été produites dans le monde en 2014 (Plastics-Europe 2015) : si les tendances actuelles de production et d'utilisation se poursuivent, la production est estimée à près de 2 milliards de tonnes d'ici 2050.

Il y a une prise de conscience croissante du problème des déchets plastiques marins et des microplastiques, ce qui a conduit à des engagements importants aux niveaux mondial, régional, national et local. Au niveau mondial, en 2019, la quatrième Assemblée des Nations Unies pour l'Environnement (UNEA4) s'est notamment conclue par une déclaration ministérielle portant sur l'engagement à réduire considérablement les produits en plastique à usage unique d'ici 2030, entre autres décisions importantes. En outre, les Parties à la Convention de Bâle ont franchi une étape importante en acceptant de modifier des annexes spécifiques à la Convention dans le but d'améliorer le contrôle des mouvements transfrontières de déchets plastiques et de clarifier le champ d'application de la Convention tel qu'il s'applique à ces déchets. Les modifications ont reconnu les dommages causés par une gamme de déchets plastiques contenant des additifs ou des formulations dangereux. Les discussions se poursuivent autour de la classification et les contrôles potentiellement dangereux de certains groupes de déchets plastiques tels que ceux contenant des formulations fluorées et à base de formaldéhyde.

Cependant, alors que la question générale de la pollution par les plastiques retient de plus en plus l'attention, on a jusqu'à présent accordé moins d'attention aux additifs. Ils sont très largement utilisés et aucun plastique n'est produit sans certains additifs. On les trouve dans de nombreux produits, dont beaucoup sont utilisés à la maison, mais les informations sont rarement disponibles en dehors de la chaîne d'approvisionnement. De nombreux additifs sont potentiellement toxiques et certains correspondent à la définition des POP. Ils présentent un risque pour l'environnement et la santé humaine lorsqu'ils se libèrent des débris plastiques. Les additifs sont également problématiques dans le domaine du recyclage et leur utilisation est un obstacle potentiel à la progression vers une économie circulaire.

Les Conventions de Bâle et de Stockholm ont pris des mesures concernant un certain nombre de substances, en les inscrivant ou en publiant des directives techniques. Mais il existe encore de nombreux produits chimiques qui ne sont pas encore soumis à un contrôle adéquat au niveau international et pour lesquels de nouvelles mesures pourraient contribuer de manière significative à réduire les risques liés à l'utilisation des plastiques et à promouvoir des approches de cycle de vie et une économie circulaire.

Septembre 2020

Références

1. Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: A review. Hermabessiere, Ludovic, et al. s.l. : Elsevier, May 2017, Chemosphere.
2. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. Hahladakis, John N., et al. s.l. : Elsevier, 2017, Hazardous Materials.
3. PlasticsEurope, Brussels. PlasticsEurope, Plastics -the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. 2015. PlasticsEurope, Plastics -the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. PlasticsEurope, Brussels. http://www.plasticseurope.org/documents/document/20150227150049_final_plastics_the_facts_2014_2015_260215.pdf, 2015.
- 3.a Preliminary draft guidance on preparing inventories of decabromodiphenyl ether. Secretariat of the Stockholm Convention, 2019. UNEP/POPS/COP.9/INF/18
- 3.b Preliminary draft guidance on alternatives to short-chain chlorinated paraffins (SCCPs). Secretariat of the Stockholm Convention, 2019. UNEP/POPS/COP.9/INF/##.
4. Ellen MacArthur Foundation. The new plastics economy: Rethinking the future of plastics and catalysing action. 2017.
5. D.S. Achilias, C. Roupakias and P. Megalokonomos. Chemical recycling of plastic wastes made from polyethylene (LDPE and HDPE) and polypropylene (PP). s.l. : J. Hazard. Mater. 149, 2007. pp. 536–542.
6. European Commission. On a European Strategy on Plastic Waste in the Environment. European Commission. Brussels : s.n., 2013. Green Paper.
7. GEF. Circular Economy. Sixth GEF Assembly. Viet Nam : s.n., 2018.
8. UNIDO. Circular Economy. Vienna : s.n., 2017.
9. European Commission. A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. . Brussels : s.n., 2018.
10. Werner, Mike, et al. The role of safe chemistry and healthy materials in unlocking the circular economy. Ellen MacArthur Foundation, Google.
11. Downsides of the recycling process: harmful organic chemicals in children's toys. Ionas AC, Dirtu AC, Anthonissen T, Neels H, Covaci A. 2014, Environ Int. 65, pp. 54-62.
12. Occurrence of brominated flame retardants in black thermo cups and selected kitchen utensils purchased on the European market. Samsonok J, Puype F. 2013, Food Addit Contam Part A: Chem Anal Control Expo Risk Assess. 30(11), pp. 1976-1986.
13. Evidence of waste electrical and electronic equipment (WEEE) relevant substances in polymeric food-contact articles sold on the European market. Puype F, Samsonok J, Knoop J, Egelkraut-Holtus M, Ortlieb M. 2015, Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Exposure Risk Assess. 32, pp. 410-426.
14. Evidence of bad recycling practices: BFRs in children's toys and food-contact articles. Guzzonato A, Puype F, Harrad SJ. 2017, Environ Sci Process Impacts. 19(7), pp. 956-963.
15. Brominated flame retardants in black plastic kitchen utensils: Concentrations and human exposure implications. Kuang J, Abdallah MA, Harrad S. 2018, Sci Total Environ, pp. 610-611, 1138-1146.
16. Legal limits on single-use plastics and microplastics: A global review of national laws and regulations. UN Environment. 2018.
17. World Economic Forum and Ellen MacArthur Foundation. The New Plastics Economy – Catalysing action. 2017.
18. Tuladhar, Alisha. Circular Economy: A Zero-Waste Model for the Future. [Online] Feb 2018. <https://www.fairobserver.com/world-news/circular-economy-zero-waste-recycling-environment-davos-economic-forum-news-14318/>
19. The Chemicals in Products Programme . SAICM. s.l. : SAICM, 2015. http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/EPI/CiP%20programme%20October2015_Final.pdf
20. Overview of known plastic packaging-associated chemicals and their hazards. Groh, Ksenia J., et al. s.l. : Elsevier, 2018, Science of the Total Environment.
21. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. Hahladakis, John N., et al. s.l. : Elsevier, 2017, Hazardous Materials.
22. Leaching characteristics of polybrominated-diphenyl ethers (PBDEs) from flame-retardant plastics, . Y.-J. Kim, M. Osako, S.-i. Osako,. 2006, Chemosphere 65, pp. 506–513.

- 23.** High levels of medium-chain chlorinated paraffins and polybrominated diphenyl ethers on the inside of several household baking oven doors. Gallistl C, Sprengel J, Vetter W. 2018, *Sci Total Environ*, pp. 615, 1019-1027.
- 24.** Chlorinated paraffins leaking from hand blenders can lead to significant human exposures. Yuan B, Strid A, Darnerud PO, de Wit CA, Nyström J, Bergman Å. 2017, *Environ Int*, pp. 109, 73-80.
- 25.** Final Report. Migration of Phthalate Plasticisers from Soft PVC Toys and Child Care Articles. TNO Report V3932. . Rijk, R. and Ehlert, K. 2001, TNO Nutrition and Food Research, Zeist.
- 26.** Increased migration levels of bisphenol A from polycarbonate baby bottles after dishwashing, boiling and brushing, . C. Brede, P. Fjeldal, I. Skjevrak, H. Herikstad,. 2003, *Food Addit. Contam.* , pp. 684-689.
- 27.** Towards development of a rapid and effective non-destructive testing strategy to identify brominated flame retardants in the plastics of consumer products. Gallen C, Banks A, Brandsma S, Baduel C, Thai P, Eaglesham G, Heffernan A, Leonards P, Bainton P, Mueller JF. 2014, *Sci Total Environ.*, pp. 491-492, 255-265.
- 28.** *PlasticsEurope. Plastics -The Facts 2016 An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data.* Plastics Europe. Brussels. s.l. : Plastics Europe. Brussels, 2016.
- 29.** Relevance of BFRs and thermal conditions on the formation pathways of brominated and brominated-chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans. Weber, Roland and Kuch, Bertram. s.l. : Elsevier, 2003.
- 30.** Thermolysis of fluoropolymers as a potential source of halogenated organic acids in the environment. Ellis DA, Mabury SA, Martin JW, Muir DC. 2001, *Nature* 412(6844), pp. 321-324.
- 31.** Thermal degradation products of polytetrafluoroethylene (PTFE) under atmospheric condition. Ochi K, Kawano M, Matsuda M, Morita M. 2008, *Organohalogen Compounds* 70, pp. 2090-2093.
- 32.** Quantitation of gas-phase perfluoroalkyl surfactants and fluorotelomer alcohols released from nonstick cookware and microwave popcorn bags. Sinclair E, Kim SK, Akinleye HB, Kannan K. 2007, *Environ Sci Technol.* 41(4), pp. 1180-1185.
- 33.** Pyrolysis products of polytetrafluoroethylene and polyfluoroethylenepropylene with reference to inhalation toxicity. Arito H, Soda R. 1977, *Ann Occup Hyg.* 20(3), pp. 247-255.
- 34.** A.C. Buekens. s.l. : Elsevier, 2010, PVC and waste incineration – modern technologies solve old problems, in: *The 6th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control: Waste to Wealth.*
- 35.** Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management. Weber R, Herold C, Hollert H, Kamphues J, Blepp M, Ballschmiter K. 2018, *Environmental sciences Europe*, 30(1), p. 42.
- 36.** Destruction of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) by Ball Milling. Zhang K, Huang J, Yu G, Zhang Q, Deng S, Wang B. 2013, *Environmental Science & Technology* 2013 47 (12), pp. 6471-6477.
- 37.** Mechanochemical destruction of decabromodiphenylether into visible light photocatalyst BiOBr. Zhang K, Huang J, Wang H, Yu G, Wang B, Deng S, Kanoband J, Zhang Q. 2014b, *RSC Advances* 4(28), pp. 14719-14722 .
- 38.** Recovery of bromine and antimony from WEEE plastics 2016 ,, pp. 1-5. Schlummer M, Popp L, Trautmann F, Zimmermann F, Mäurer A. 2016, *Electronics Goes Green 2016+ (EGG) Berlin, 2016*, pp. 1-5.
- 39.** The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade . Brooks, Wang, Jambeck. 2018, *Sci. Adv.* 2018, p. 4.
- 40.** The state of POPs in Ghana- A review on persistent organic pollutants: Environmental and human exposure. Bruce-Vanderpuije P, Megson D, J.Reiner E, Bradley L, Adu-Kumi S, A.Gardella J. 2019, *Environmental Pollution, Volume 245*, pp. 331-342.
- 41.** Weber, Roland, et al. 20 case studies on how to prevent the use of toxic chemicals frequently found in the Mediterranean Region. Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production (SCP/RAC). Barcelona : s.n., 2018.
- 42.** From incremental to fundamental substitution in chemical alternatives assessment. Fantke P, Weber R, Scheringer M. 2015, *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 1, pp. 1-8.
- 43.** Camboni, Marco. Substitution, including grouping of chemicals & measures to support substitution. European Commission. 2017.
- 44.** Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. Gallo, Frederic, et al. s.l. : SpringerOpen, 2018, *Environmental Sciences Europe*.

45. Dechlorane plus and related compounds in the environment. A review. Sverko, E., et al. 2011, *Environmental Science and Technology*. 45:5088-5098.
46. Perfluorooctanoic acid (PFOA) – main concerns and regulatory developments in Europe from an environmental point of view. Vierke, Lena, Staude, Claudia and Bieg, Annegret. s.l. : Springer Berlin Heidelberg, May 2012, *Environ Sci Eur* (2012) 24: 16. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-24-16>.
47. Stockholm Convention. Risk management evaluation on decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decaBDE). Persistent Organic Pollutants Review Committee Eleventh meeting. 2015.
48. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Engler, RE. Nov 2012, *Environ Sci Technol*. 2012 Nov 20;46(22):12302-15. doi: 10.1021/es3027105. Epub 2012 Nov 2.
49. Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. Meeker, John D, Sathyanarayana, Sheela and H. Swan, Shana. s.l. : The Royal Society, Jul 2009, *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*.
50. Distribution and Fate of HBCD and TBBPA Brominated Flame Retardants in North Sea Estuaries and Aquatic Food Webs. Morris, et al. s.l. : PubMed, Dec 2004, *Environmental Science and Technology* 38(21):5497-504.
51. Scientific Opinion on Tetrabromobisphenol A (TBBPA) and its derivatives in food. European Food Safety Authority. 2013, *EFSA Journal* 2011;9(12):2477.
52. Maternal levels of perfluorinated chemicals and subfecundity. Fei, C, et al. 2009, *Hum Reprod*. 24(5):1200-1205.
53. Do perfluoroalkyl compounds impair human semen quality? Joensen, UN1, et al. 2009, *Environ Health Perspect*. 117(6), 923-927. doi: 10.1289/ehp.0800517.
54. Endocrine disruption of androgenic activity by perfluoroalkyl substances: clinical and experimental evidence. Di Nisio, A, et al. 2018, *J Clin Endocrinol Metab*. doi: 10.1210/jc.2018-01855.
55. The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Blum, Arlene, et al. 2015, *Environmental health perspectives*. 123. A107-A111. 10.1289/ehp.1509934. Xenia & Goldenman, Gretta & Cousins, Ian & Diamond, Miriam & Fletcher, Tony & Higgins, Christopher & E Lindeman, Avery & Peaslee, Graham & De Voogt, Pim & Wang, Zhanyun & Weber, Roland. (2015). The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs).
56. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. . Buck, RC, et al. [ed.] doi: 10.1002/ieam.258. 2011, *Integr Environ Assess Manag*. 7(4):513-541.
57. A critical review of the application of polymer of low concern and regulatory criteria to fluoropolymers. *Integr Environ Assess Manag*. 14(3):316-334. Henry, BJ, et al. Mar 2018. doi: 10.1002/ieam.4035. Epub 2018 Mar 30.
58. Structure and surface properties of polyacrylates with short fluorocarbon side chain: Role of the main chain and spacer group. J. Wang, Q, et al. 2010, *Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, 2010, 48, 2584–2593.
59. Arbeitsgemeinschaft and P.V.C., Umwelt, e.V. Plasticizers Market Data. (Accessed 31 May 2016). [Online] 2006. http://www.pvc-partner.com/fileadmin/user_upload/downloads/Weichmacher/Marktdaten_Weichmacher_230106.lin_en.pdf
60. Effect of Bisphenol A (EDC) on the reproductive potential of *Helisoma duryi* (Wetherby, 1879). Gabr, Mostafa, et al. 2015, *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 19. 35-49. 10.21608/ejabf.2015.2275.
61. Occurrence, fate, behavior and ecotoxicological state of phthalates in different environmental matrices. . Net, S, et al. 2015, *Environ. Sci. Technol*. 49, 4019e4035. <http://dx.doi.org/10.1021/es505233b>.
62. Bisphenol A causes reproductive toxicity, decreases dnmt1 transcription, and reduces global DNA methylation in breeding zebrafish (*Danio rerio*). Laing, LV, et al. Jul 2016, pp. 11(7):526-38. doi: 10.1080/15592294.2016.1182272. Epub 2016 Apr 27.
63. An ecological assessment of bisphenol-A: evidence from comparative biology. Crain, DA, et al. 2007, *Repr Toxic*, pp. 225-39.
64. Bisphenol A and Reproductive Health: Update of Experimental and Human Evidence, 2007–2013. Peretz, J, et al. Aug 2014, *Environ Health Perspect.*, pp. 122(8): 775–786.
65. Leaching of bisphenol A (BPA) to seawater from polycarbonate plastic and its degradation by reactive oxygen species. Sajiki, J and Yonekubo, J. Apr 2003, *Chemosphere*.
66. Environmental contaminants of emerging concern in seafood – European database on contaminant levels. Vandermeersch, G, et al. Nov 2015, *Environmental Research Volume 143, Part B.*, pp. 29-45.

- 67.** Exposure of the U.S. Population to Bisphenol A and 4-tertiary-Octylphenol: 2003–2004. M. Calafat, Antonia, et al. 2004, Division of Laboratory Sciences, National Center for Environmental Health, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA.
- 68.** Developmental exposure of zebrafish (*Danio rerio*) to bisphenol-S impairs subsequent reproduction potential and hormonal balance in adults. Naderia, M, Y.L.Wong, Marian and Fatemeh, Gholamic. 2014, *Aquatic toxicology* Volume 148,, pp. 195-203.
- 69.** Obesogen effects after perinatal exposure of 4,4'-sulfonyldiphenol (Bisphenol S) in C57BL/6 mice. Del Moral, Ivry, et al. May 2016, NCBI. doi: 10.1016/j.tox.2016.05.023. Epub 2016 May 27.
- 70.** Bisphenol S (BPS) Alters Maternal Behavior and Brain in Mice Exposed During Pregnancy/Lactation and Their Daughters. Catanese, MC and Vandenberg, LN. s.l. : NCBI, 2017, *Endocrinology*.
- 71.** Bisphenol S and F: A Systematic Review and Comparison of the Hormonal Activity of Bisphenol A Substitutes. Rochester, JR and Bolden, AL. Jul 2015, *Environ Health Perspect.* , pp. 123(7): 643–650.
- 72.** Exposure to the BPA-Substitute Bisphenol S Causes Unique Alterations of Germline Function. Chen, Yichang, et al. s.l. : NCBI, Jul 2016, *Plos Genetics*.
- 73.** Subacute oral toxicity study of bisphenol F based on the draft protocol for the “Enhanced OECD Test Guideline no. 407. Higashihara, N, et al. s.l. : Springer Link, Jul 2007, *Arch Toxicol*. <https://doi.org/10.1007/s00204-007-0223-4>
- 74.** Exposure to bisphenol S alters the expression of microRNA in male zebrafish. Lee, J, et al. 2018, *Toxicol Appl Pharmacol.* , pp. 1;338:191-196.
- 75.** Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters. Soares, A, et al. s.l. : Elsevier, 2008, *Env Int* Vol 34 Iss7 1033-1049.
- 76.** Brussels: PlasticsEurope. PlasticsEurope, Compelling facts about plastics. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2008. 2009. http://www.plasticseurope.org/Documents/Document/20100225141556Brochure_UK_FactsFigures_2009_22sept_6_Final-20090930-001-EN-v1.pdf
- 77.** Occurrence of brominated flame retardants in black thermo cups and selected kitchen utensils purchased on the European market. Samsonek, J and Puype, F. 2013, *Food Additives & Contaminants. Food Addit Contam Part A: Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 30(11), 1976-1986.
- 78.** Evidence of bad recycling practices: BFRs in children’s toys and food-contact articles. Guzzonato, A, Puype, F and Harrad, SJ. 2017, *Environ Sci Process Impacts*, pp. 19(7):956-963.
- 79.** Brominated flame retardants in black plastic kitchen utensils: Concentrations and human exposure implications. Kuang, J, Abdallah, MA and Harrad, S. 2018, *Sci Total Environ*, pp. 610-611, 1138-1146.
- 80.** Evidence of waste electrical and electronic equipment (WEEE) relevant substances in polymeric food-contact articles sold on the European market. *Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Exposure Risk Assess.* Puype, F, et al. 2015, pp. 32, 410-426.
- 81.** Downsides of the recycling process: harmful organic chemicals in children’s toys. Ionas, AC, et al. 2014, *Environ Int.*, pp. 65, 54-62.
- 82.** Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCP) CAS 85535-84-8 Regulation (EU) 2015/2030 amending Regulation (EC) 850/2004 (POPS). BTHA. 2016. <http://www.btha.co.uk/wp-content/uploads/2016/08/SCCP-Guide.pdf>
- 83.** Draft technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with short-chain chlorinated paraffins. . UNEP. 2018, *UNEP/CHW/OEWG.11/INF/10*.
- 84.** Children’s exposure to polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) through mouthing toys. Ionas AC, Ulevicus J, Gómez AB, Brandsma SH, Leonards PE, van de Bor M, Covaci A. 2016, *A4Environ Int.* 87, pp. 101-107.
- 85.** Brominated flame retardants in children’s toys: concentration, composition, and children’s exposure and risk assessment. Chen SJ, Ma YJ, Wang J, Chen D, Luo XJ, Mai BX. 2009, *Environ Sci Technol.* 43(11), pp. 4200-4206.
- 86.** Fluorinated Compounds in U.S. Schaidler, LA, Balan, SA and Blum, A. 2017, *Fast Food Packaging Environ Sci Technol Lett.* , pp. 4(3), 105–111.
- 87.** PFAS in paper and board for food contact – Options for risk management of poly- and perfluorinated substances. Trier, X, et al. 2017, *Nordic Council of Ministers. TemaNord*, p. 573.

- 88.** Black plastics: Linear and circular economies, hazardous additives and marine pollution. Turner, Andrew. s.l. : Elsevier, 2018, Environment International.
- 89.** The Statistics Portal. Distribution of fiber consumption worldwide in 2017, by type of fiber*. [Online] <https://www.statista.com/statistics/741296/world-fiber-consumption-distribution-by-fiber-type/>
- 90.** Long-term emissions of hexabromocyclododecane as a chemical of concern in products in China. Li, L, et al. 2016, Environ Int. 91, 291-300.
- 91.** Secretariat of the Stockholm Convention. Draft guidance on preparing inventories of polychlorinated naphthalenes (PCNs). 2017.
- 92.** Draft guidance on preparing inventories of short-chain chlorinated paraffins. 2019.
- 93.** Petersen, K. Short and medium chained chlorinated paraffins in buildings and constructions in the EU. Submission of Netherland to POPRC, 5.01.2015. 2012.
- 94.** ELSA. PCB in der Elbe – Eigenschaften, Vorkommen und Trends sowie Ursachen und Folgen der erhöhten Freisetzung im Jahr 2015. Behörde für Umwelt und Energie Hamburg, Projekt Schadstoffsanierung Elbsedimente. 2016.
- 95.** Painted surfaces—important sources of polychlorinated biphenyls (PCBs) contamination to the urban and marine environment. Jartun, M, et al. 2009, Environ Pollut., pp. 157(1), 295-302.
- 96.** Environmental implications of plastic debris in marinesettings—entanglement ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions,. Gregory, M.R. . 2009, Philos. Trans. R. Soc. Lond. B: Biol. Sci. 364 2013–2025.
- 97.** Microplastic ingestion in fish larvae in the western English Channel. Steer, M, et al. 2017, Environ. Pollut. 226 , pp. 250–259.
- 98.** Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. Rochman, C.M., et al. s.l. : ResearchGate, Sep 2015, Scientific Reports. 5. 10.1038/srep14340. . DOI: 10.1038/srep14340.
- 99.** Marine anthropogenic litter. Bergmann, M, Gutow, L and Klages , M. 2015, Springer, Berlin, pp 57–74.
- 100.** UNEP/MAP. Marine Litter Assessment in the Mediterranean . United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP). 2015.
- 101.** McKinsey & Company and Ocean Conservancy. Stemming the Tide: Land-based strategies for a plastic-free ocean. 2015.
- 102.** Preliminary draft guidance on preparing inventories of decabromodiphenyl ether. Secretariat of the Stockholm Convention. 2019a. UNEP/POPS/COP.9/INF/18.
- 103.** Preliminary draft guidance on alternatives to short-chain chlorinated paraffins (SCCPs). Secretariat of the Stockholm Convention. 2019b. UNEP/POPS/COP.9/INF/##.
- 104.** Can the Basel and Stockholm Conventions provide a global framework to reduce the impact of marine plastic litter? Raubenheimer, Karen and McIlgon, Alistair. s.l. : ELSEVIER, Marine Policy.
- 105.** Electronic waste – an emerging threat to the environment of urban India. Needhidasan, Santhanam, Samuel, Melvin and Chidambaram, Ramalingam. s.l. : Springer, 2014, J Environ Health Sci Eng. 2014; 12: 36.
- 106.** Greenpeace. Dirty Discount Supermarkets: Dangerous Chemicals in Supermarket Clothing . 2014. https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/factsheet_dangerous_chemicals_in_supermarket_clothing.pdf
- 107.** Endocrine society. Common EDCs and Where They Are Found. Hormone science to health. [Online] <https://www.endocrine.org/topics/edc/what-edcs-are/common-edcs>
- 108.** Parker, Ceri. <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/macron-at-davos-i-will-shut-all-coal-fired-power-stations-by-2021/> [Online] 2018.
- 109.** Progress Toward a Circular Economy in China. Mathews, John A. s.l. : Wiley Online Library, March 2011, Journal of Industrial Ecology.
- 110.** Watson, Anna. Companies putting public health at risk by replacing one harmful chemical with similar, potentially toxic, alternatives. Chemtrust. 2018. https://www.chemtrust.org/toxic_soup/#more-4775.
- 111.** McGrath, Meredith. EU approves use of recycled plastics containing DEHP. Reuters. Apr 2016. <https://www.reuters.com/article/us-europe-regulations-plastics-idUSKCN0XI29T>
- 112.** Production, use, and fate of all plastics ever made. Roland Geyer, Jenna R. Jambeck and Kara Lavender Law. Science Advances, 2017: Vol. 3, no. 7, e1700782.
- 113.** Guidance for the inventory, identification and substitution of Hexabromocyclododecane (HBCD), Secretariat of the Stockholm Convention, 2017. UNEP-POPS-NIP-GUID-InventoryAndSubstitution-HBCD-201703.En (1).

114. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Engler, RE. Nov 2012, Environ Sci Technol. 2012 Nov 20;46(22):12302-15. doi: 10.1021/es3027105. Epub 2012 Nov 2.

115. Qualitative Analysis of Additives in Plastic Marine Debris and Its New Products. Manviri Rani, Won Joon Shim, Gi Myung Han, Mi Jang, Najat Ahmed Al-Odaini, Young Kyong Song, Sang Hee Hong. Arch Environ Contam Toxicol DOI 10.1007/s00244-015-0224-x.

116. Migration of Nonylphenol from Plastic Containers to Water and a Milk Surrogate Jorge E. Loyo-Rosales, Georgina C. Rosales-Rivera, Anika M. Lynch, Clifford P. Rice, and Alba Torrents. J. Agric. Food Chem. 2004, 52, 7, 2016–2020 Publication Date: March 11, 2004 <https://doi.org/10.1021/jf0345696>

117. European Parliament targets DEHP plasticizer in recycled PVC. Health & Safety Environment, Health and Safety Issues. Additives for Polymers Volume 2016, Issue 2, February 2016, Page 11.

118. Brominated flame retardants, European Food Safety Authority, 2012.

Annexe : contributeurs à cette publication

Coordination de la préparation du document: Magali Outters, chef d'équipe du SCP / RAC et Kimberley De Miguel, expert associé du SCP / RAC.

Les membres du groupe de travail thématique sur les déchets marins ont contribué à l'élaboration de ce document, mais les opinions qui y sont formulées ne correspondent pas toutes à celles des membres individuels (et des organisations qu'ils représentent).

Membre

Alexandra Caterbow
Anton Purnomo
Arturo Gavilán García
Bjorn Beeler
Carolina Pérez Valverde
Dana Lapešová
Dania Abdul Malak
David Santillo
Denise Delvalle-Borrero
Dolores Romano
Esther Kentin
Francesca Cenni
Gabriela Nair Medina Amarante
Giulia Carlini
Hildauro Acosta de Patiño
Imogen P Ingram
Jewel Batchasingh
Joao Sousa
John Roberts
Kei Ohno Woodall
Lady Virginia Traldi Meneses
Lee Bell
Leila Devia
Mariann Lloyd-Smitth
Maurissa Charles
Melissa Wang
Mostafa Hussein Kamel
Olga Speranskaya
Patricia Eisenberg
Pedro Fernández
Rémi Lefèvre
Roland Weber
Sara Brosché

Organisation

Health and Environmental Justice Support (HEJSupport)
BCRC & SCRC Indonesia
SCRC-México / National Institute of Ecology and Climate Change, SEMARNAT
International Pollutants Elimination Network (IPEN)
MedCities
BCRC-Slovakia
European Topic Centre at the University of Malaga (ETC-UMA)
Greenpeace Research Laboratories
Technological University of Panama
Ecologistas en Acción
Leiden Advocacy Project on Plastic, Leiden University
Basel Rotterdam & Stockholm Conventions Secretariat
BCCC/SCRC Uruguay
Center for International Environmental Law (CIEL)
BCRC Panama
ISACI (Island Sustainability Alliance CIS Incl)
BCRC Caribbean
IUCN
Wimbledon Chemicals Management, Ltd.
Basel Rotterdam & Stockholm Conventions Secretariat
SCRC-Brazil
International Pollutants Elimination Network (IPEN), Australia
BCRC-Argentina
National Toxics Network, Australia
BCRC-Caribbean
Greenpeace International
BCRC-Egypt
Health and Environmental Justice Support (HEJSupport)
Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI – Plásticos, Argentina)
SCRC-Spain / SCP/RAC
European Chemicals Agency (ECHA)
POPs Environmental Consulting
International Pollutants Elimination Network (IPEN)

Remarques:

(i) La recherche a montré que les produits chimiques ajoutés au cours du processus de fabrication de divers produits en plastique, tels que les retardateurs de flamme, les stabilisants, le bisphénol A (BPA) et les polybromodiphényléthers (PBDE), peuvent se libérer par lixiviation des plastiques ingérés et se bioaccumuler dans les organismes. Les microplastiques posent des problèmes similaires en termes d'ingestion, d'absorption chimique et de lixiviation.

(ii) UNEP/EA.4/21, Global Chemicals Outlook II : Summary for policymakers (Résumé à l'intention des décideurs), paragraphe 20

(iii) Par exemple, dans l'UE, les substances à haut risque sont des substances chimiques (ou une partie d'un groupe de substances chimiques) qui doivent être proposées et soumises à autorisation en vertu du règlement REACH.

(iv) La revalorisation des déchets (WtE) ou la valorisation énergétique des déchets (EfW) est le processus de production d'énergie sous forme d'électricité et / ou de chaleur à partir du traitement primaire des déchets ou de leur transformation en combustible.

(v) Green Science Policy Institute, qui a développé le programme Six Classes (<http://www.sixclasses.org/>).

(vi) Aucune dérogation spécifique pour le recyclage des produits contenant du décaBDE n'a été accordée. Cependant, il est difficile d'identifier et d'analyser les produits contenant ce retardateur de flamme, et aucune autorité n'a été désignée pour l'analyse de ces produits chimiques. En conséquence, tous les PBDE et PCCC initialement utilisés dans le plastique apparaissent dans les nouveaux produits fabriqués à partir du plastique recyclé, y compris les jouets, malgré les restrictions pertinentes de la Convention de Stockholm.

(vii) Les substances alkylées polyfluorées se dégradent en partie en PFAS perfluorés selon la SAICM.

(viii) Directive 94/62 / CE du 20 décembre 1994 relative aux emballages et aux déchets d'emballages.



**Centre d'Activités Régionales
pour la Consommation
et la Production Durables**

<http://www.cprac.org>



Programme des Nations Unies
pour l'environnement



Plan d'Action pour la Méditerranée
Convention de Barcelone

<https://www.unenvironment.org/uneppmap/>



BRS
CONVENTIONS

<http://www.brsmeas.org>



for a toxics-free future

<https://ipen.org>