

Les Problématiques, enjeux et solutions



Stéphane BRUZAUD

Docteur en chimie des polymères

Professeur à l'Université de Bretagne Sud (UBS Lorient)

Chercheur à L'Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRD Lorient)

Constat :

La pollution des eaux par les plastiques est devenue une problématique environnementale.

Mais la société ne peut se passer du plastique ! D'ailleurs, comment s'en passer ?

80% des déchets marins viennent de la terre.... Et toutes les zones terrestres sont concernées par les déchets plastiques.

Historique :

Les plastiques sont fabriqués à 99% à partir du pétrole, une ressource fossile non renouvelable à l'échelle de son utilisation par l'homme.

Ils sont présents partout, dans tous les secteurs industriels : principalement, les emballages (souples, rigides, semi-rigides) pour 40 %, le secteur automobile (40 kg de plastique en moyenne par véhicule), la matière textile, l'aéronautique, le bâtiment, le secteur biomédical... En fait pour toutes sortes d'usages, allant des couches pour bébés aux appareils électroniques.



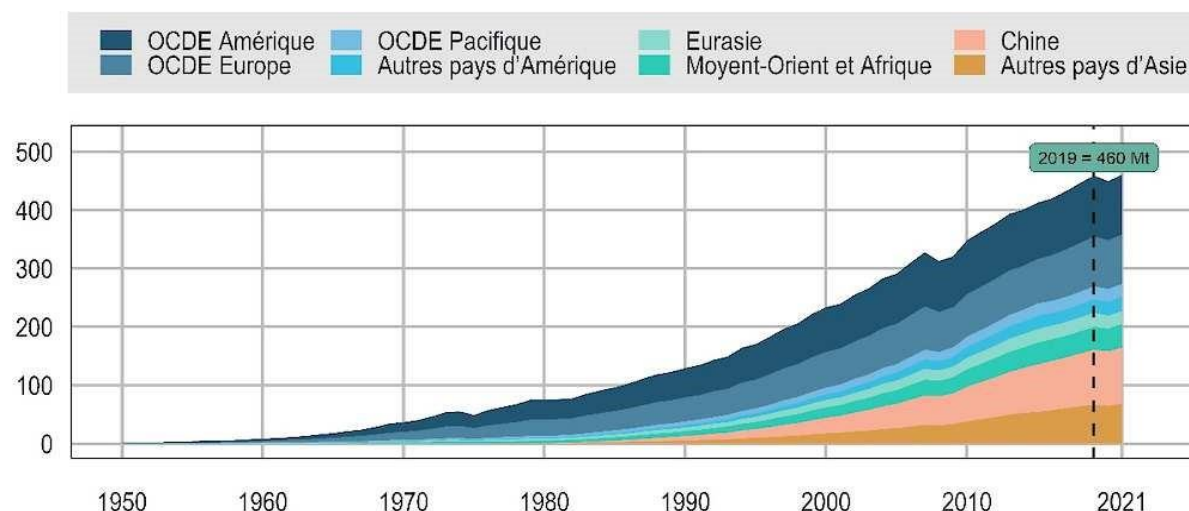
Succédant aux premières matières synthétiques, comme la cellulose extraite du bois dès 1838 ou le caoutchouc vulcanisé à partir de la sève d'hévéa dès 1839, ils se sont développés principalement à partir des années 1920.

Différentes formes de plastiques sont successivement mises au point (polystyrènes, polyamides comme le nylon, polyéthylènes, polypropylènes...).

Évolution de la production des plastiques

La production n'a cessé d'augmenter, avec une accélération de plus en plus sensible au fil des années. En 2023, la production mondiale atteint **413,8 millions de tonnes**.

Même pendant la pandémie du Covid 19 en 2020, la production n'avait guère diminué (367 Mt/an). La production atteignait 368 Mt/an en 2019, avant la pandémie.



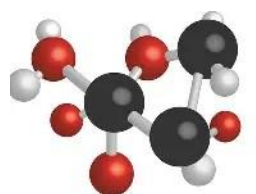
Dix milliards de tonnes de plastiques ont été produites depuis 1960, d'où les **effets d'accumulation**, des **volumes de déchets** importants :



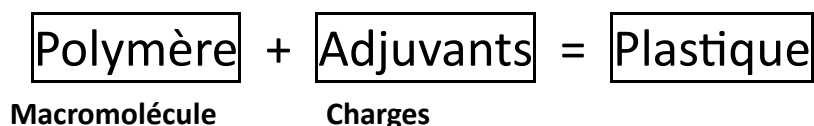
- **32% des déchets** finissent dans l'environnement,
- **2 à 4 millions de tonnes** sont transportés par les fleuves,
- **L'équivalent d'un camion-poubelle** est déversé en mer chaque minute,
- **5 250 milliards de microplastiques** flottent en mer.

Le facteur majeur de son usage est lié à sa **densité plus faible** que les autres matériaux, comme le verre. Sa légèreté favorise le transport avec un gain « sensible » dans les coûts de consommation du carburant.

Plastiques : leur composition



POLYMERE



Macromolécule

Charges

- Plastifiants, Stabilisants,
- Colorants, Ignifugeants, ...

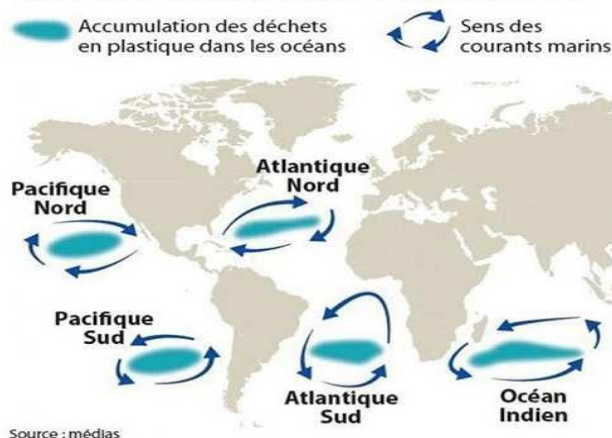
Attention : le cocktail d'adjuvants est une recette cachée des industriels.

De ce fait, la décomposition des plastiques ne produit pas seulement des microplastiques, mais elle libère aussi toutes sortes de composants dans l'environnement.

Pollution des océans par les plastiques

Le 7^e continent

Cinq zones de déchets plastiques flottent dans l'océan



La 1^{ère} plaque de déchets plastiques fut découverte par Charles Moore en 1997.

Le **7^{ème} continent** s'étend sur 3,5 millions de km², soit 6 fois la superficie de la France !!!

Campagnes de prélèvements

Pour connaître l'ampleur du phénomène, des campagnes sont entreprises par différents organismes, dont une dizaine d'ONG en France. En particulier l'ONG « **Tara Océan** », dont la goélette Tara est basée à Lorient.



Les microplastiques sont prélevés à l'aide d'un filet « Manta » tracté à la surface de la mer, une première analyse des prélèvements est pratiquée sur le bateau, permettant une première identification des types de microplastiques, avant une analyse plus approfondie en laboratoire.

C'est quoi un microplastique (MP) ? : un composant dont taille varie de 0,1 mm < MP < 5 mm

- **MP primaires** : fibres textiles, résidus de pneus, poussières urbaines, résidus de peintures routière et marine..., qui arrivent en l'état en mer.
- **MP secondaires** : issus de la dégradation de macroplastiques.

La Méditerranée, une mer fermée, sans le brassage des eaux dû au phénomène des marées est le lieu idéal pour effectuer des campagnes de mesure : ex l'ONG « Tara Océan » en 2022. Le constat : les MP les plus abondants sont les polyéthylènes (PE) issus surtout des emballages, et en second lieu les polypropylènes (plus fréquents en zone portuaire).

Dangers des micro-plastiques

Toutes les matières plastiques se fissurent, se fragmentent et finissent par produire des milliards de particules de plastique. Cette fragmentation lente est accompagnée d'une colonisation par des micro-organismes, ce qui augmente leur densité et aboutit à une masse de microplastiques de taille équivalente à celle du plancton, qui finit par entrer dans l'alimentation des animaux marins



Les plastiques entraînent la mort de plus de 100 000 mammifères marins, et de plus d'1 million d'oiseaux de mer chaque année. La chaîne alimentaire humaine est aussi impactée.

On trouve des micro-plastiques partout où l'on cherche !!! Dans les aliments, les boissons, les selles humaines (et même dix fois plus dans celles des bébés !).

Les risques ou les impacts sur l'homme ? Actuellement, on ne connaît pas les conséquences des ingestions et inhalations des plastiques sur l'être humain. A voir sur le plus long terme !

Les conséquences environnementales et sanitaires sont nombreuses : transport de contaminants chimiques et biologiques, relargage des additifs. Les nanoplastiques pourraient entrer dans certains organes du corps humain.

Plus les particules sont petites, plus les risques sont grands. Ce que montrent les études faites sur les mollusques (huîtres, moules ...), les animaux (souris, poissons ...).

Les conséquences socio-économiques ne le sont pas moins : les frais de nettoyage, de traitement, l'impact négatif de la pollution sur le tourisme, les dommages causés à la pêche, à l'aquaculture, etc., tout cela a un coût :

- **Coûts estimés à 260 millions d'euros** par an pour les seules eaux européennes
- **Coûts estimés à 12 milliards d'euros par an** pour l'ensemble des mers et océans

Quelles sont les solutions envisageables ?

Nettoyer les mers ?

Cette solution est difficilement envisageable, étant donné la surface actuelle de la pollution des mers et océans (3,5 millions de km²). Que faire des déchets, et qui paierait ?

Éduquer, sensibiliser et responsabiliser :

Ne pas jeter sauvagement, collecter, trier : adopter des comportements vertueux.

La réglementation a évolué depuis 1976, avec différentes lois et décrets.



Figure 1: Loi AGE (anti-gaspillage pour une économie circulaire)

Quelle valorisation des déchets ?

1. **Incinération** : la filière la plus répandue actuellement
2. **Valorisation de la matière** : le recyclage mécanique en progression
3. **Valorisation chimique ou enzymatique** : à l'étape Recherche & Développement
 - **Enfouissement** : à proscrire absolument, mais persiste.

Les solutions (1, 2, 3) sont complémentaires.

Actuellement, dans les 30 pays européens, la filière d'enfouissement diminue. Elle a même disparu ou quasiment dans les pays nordiques (Allemagne, Autriche, Suisse, Belgique, Pays-Bas,...), au contraire des pays du Sud. La France se situe à un niveau « moyen » (recyclage 21%, incinération 21%, enfouissement 28%).

Limites du recyclage :

Le recyclage est pertinent pour les plastiques rigides ou semi-rigides, mais non rentable pour les films plastique. Certaines difficultés existent : difficulté du tri pour les plastiques noirs, recyclage impossible pour les multi-matériaux comme les tetra packs UHT.

Les emballages souples ne sont pas broyables. De fait, ils ne sont pas recyclables. Selon l'étude annuelle [Citéo](#) (entreprise de recyclage des déchets) : seulement 30 % des plastiques en poubelle jaune sont recyclés ou valorisés !

Innover en gérant mieux la conception et la fin de vie des plastiques

Développer des filières vertueuses, des plastiques plus respectueux de l'environnement.

Inventer les plastiques du 21ème siècle :

Concevoir des polymères à biodégradation programmée, pour des objets compostables ou ne pouvant être collectés. De nombreux secteurs sont concernés : emballage, agriculture, pêche, textiles, cosmétiques, peintures, secteur pharmaceutique ou biomédical, etc.

C'est le challenge à relever : produire un bioplastique issu de ressources locales, auquel se sont attelées les équipes associées pour les programmes : Biocomba, Phapak, Bluecophia, Biobilles. Des premières réalisations à partir des polyhydroxyalcanoates (PHA) montrent une grande rapidité de dégradation en milieu marin.

Pour conclure,

La problématique environnementale peut être traitée dans les pays politiquement « stables » et économiquement « prospères ». Au contraire des pays où les priorités sont autres : économique, politique, ...

- **Innover** en gérant mieux la conception et la fin de vie des plastiques : réduire, refuser, réemployer, recycler, réinventer les plastiques.
- **Chercher à concilier** le développement industriel avec la préservation de l'environnement, en prenant en compte les impacts socio-économiques.
- **Impliquer** l'ensemble des acteurs de la société.
- **Changer** les habitudes. Les lois et décrets ne suffisent pas pour modifier les comportements du jour au lendemain. Tout est effort d'éducation sur le long terme.