



S Y S T E M I Q

Circularité des emballages et textiles en PET/ polyester en Europe

– Synthèse des recherches publiées

Février 2023

À propos de ce rapport de synthèse

Ce rapport de synthèse est le premier d'une série explorant les voies de circularité pour le PET/polyester.

Il s'appuie sur des rapports et des recherches déjà publiés pour évaluer l'état actuel de la circularité du PET/polyester en Europe et explorer le rôle que le recyclage chimique - actuellement faiblement utilisé - pourrait jouer en complément du recyclage mécanique, de la réutilisation et d'autres approches d'économie circulaire. L'équipe de l'étude serait heureuse de recevoir des questions, des contestations potentielles ou des informations et données complémentaires issues d'études publiées ou en cours qui ne sont pas référencées dans ce document. Veuillez nous contacter à l'adresse plastic@systemiq.earth.

Le prochain rapport de la série sera publié dans les mois à venir. Il fournira une nouvelle base de données, explorant le potentiel de complémentarité du recyclage mécanique et chimique du PET en Europe selon différents scénarios. Il quantifiera les flux de matières et les impacts environnementaux de chaque scénario et, ce faisant, contribuera à répondre à certaines des principales lacunes de la recherche existante, identifiées dans ce document.

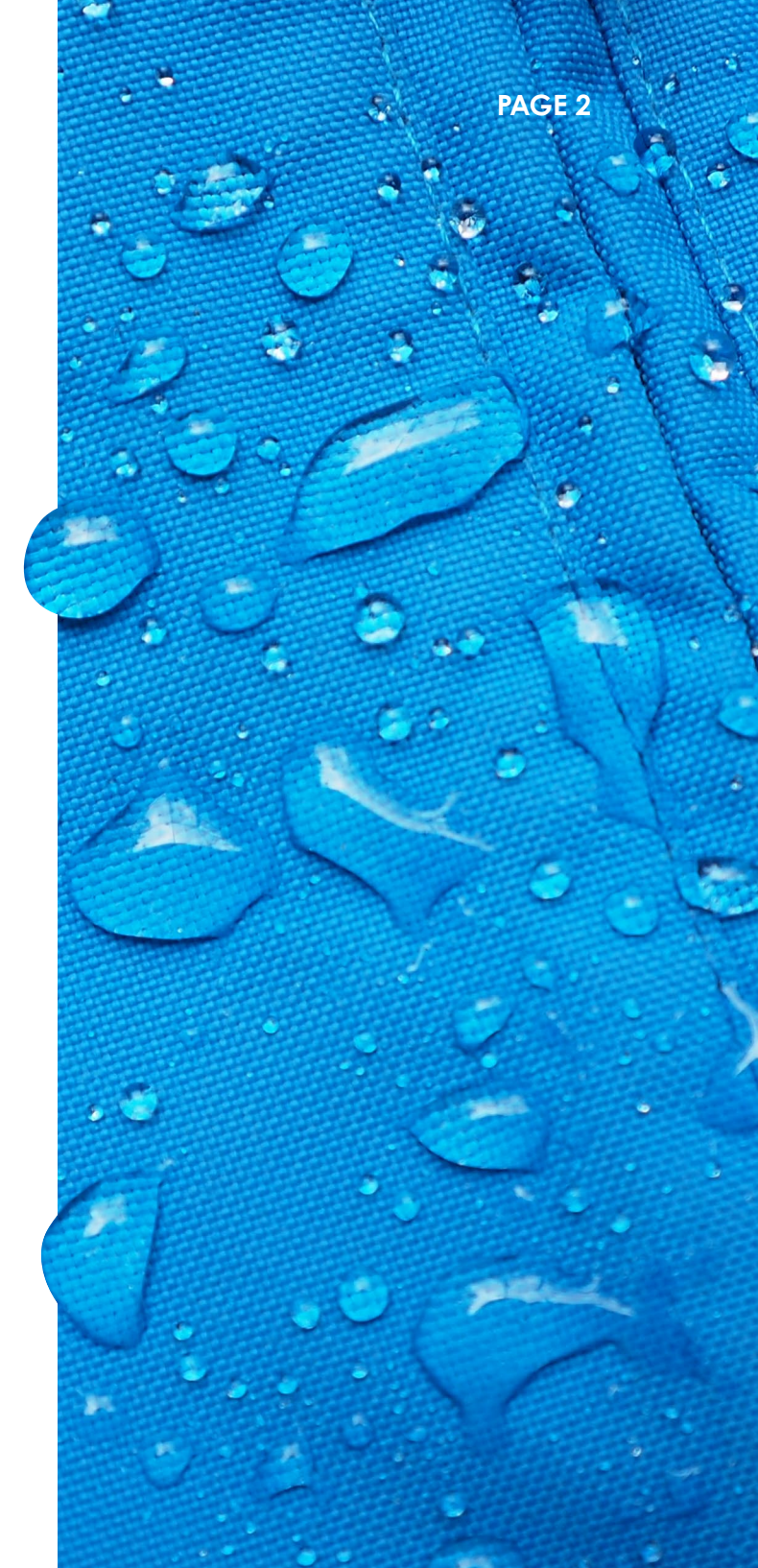
À propos de Systemiq

Systemiq a été fondé en 2016 pour favoriser la réalisation de l'Accord de Paris et des Objectifs de développement durable de l'ONU, en transformant les marchés et les modèles d'affaires dans quatre systèmes clés : l'utilisation des terres, les matériaux circulaires, les énergies propres et la finance durable. Certifié B Corp, Systemiq s'efforce de débloquent des opportunités économiques qui profitent aux entreprises, à la société et à l'environnement ; la société le fait en établissant des partenariats avec l'industrie, les institutions financières et gouvernementales, et la société civile.

En 2020, Systemiq et The Pew Charitable Trusts ont publié "[Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways Towards Stopping Ocean Plastic Pollution](#)" – un modèle inédit du système mondial des plastiques qui décrit comment réduire radicalement la pollution plastique des océans. En 2022, Systemiq a publié "[ReShaping Plastics](#)", qui décrit les voies vers un système de plastique circulaire et neutre pour le climat en Europe. Pour en savoir plus, consultez le site www.systemiq.earth/.

Avis de non-responsabilité

Ce rapport a été préparé par Systemiq avec les conseils stratégiques d'un groupe de pilotage indépendant composé de représentants du secteur public, de la société civile et de l'industrie. Bien que le rapport ait été financé par Eastman et Interzero, le groupe de pilotage a contribué à garantir son indépendance et son impartialité. La responsabilité des informations et des points de vue exposés dans cette publication incombe à l'auteur. Les membres du groupe de pilotage ou les bailleurs de fonds ne peuvent être tenus responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues ou exprimées dans ce document. Les déclarations et les opinions présentées dans ce rapport ne reflètent pas nécessairement celles des personnes ou des organisations associées à ce projet.



Comité de pilotage



Antonino Furfari

Managing Director,
Plastics Recyclers Europe



Davide Tonini

Scientific Officer,
European Commission Joint Research Centre



Jacco de Haas

Chief Commercial Officer,
Interzero



Joan Marc Simon

Executive Director,
Zero Waste Europe



Kate Daly

Managing Director,
Closed Loop Partners



Professeur Kim Ragaert

Full Professor – Chair of Circular Plastics,
Maastricht University



Sandeep Bangaru

Vice President,
Circular Economy Platforms, Eastman

D'autres membres du groupe de pilotage pourront être ajoutés pour soutenir la prochaine étape du projet.

L'équipe Systemiq

Alexandre Kremer

Associate

Andrea Bath

Associate

Ben Dixon

Partner and Head of Materials & Circular Economy

Daniel Nima

Associate

Dario Mauth

Associate

Juan Pablo Trespalacios Miranda

Associate

Robert Wilson

Associate

Ulrike Stein

Associate

Yoni Shiran

Partner

Synthèse

Depuis sa découverte, dans les années 1940, la molécule de polyéthylène téréphtalate (PET) est devenue une composante essentielle de la fabrication des emballages plastiques et des textiles polyesters. Son utilisation est précieuse dans de nombreux secteurs, dont ceux de l'alimentation, des soins de santé, de l'équipement de la maison et des fibres synthétiques utilisées entre autres pour les vêtements.

Afin de réduire les déchets plastiques, la pollution aux microplastiques et les émissions de gaz à effet de serre (GES), les gouvernements, la société civile et l'industrie ont privilégié ces dix dernières années les secteurs des emballages plastiques et des textiles, comme archétypes pour l'application de diverses approches de l'économie circulaire, dont celles prises en compte dans la présente synthèse : réduction des emplois de matériaux non indispensables, réutilisation des produits ou des emballages, recyclage mécanique et chimique, reconception des produits et des emballages pour les rendre plus durables ou mieux adaptés à la réutilisation et au recyclage, et remplacement de es matériaux par d'autres plus performants du point de vue environnemental.



Cette étude de synthèse met en avant trois conclusions tirées de la recherche :

1. En Europe aujourd'hui, le système PET/polyester est essentiellement non circulaire et dépend principalement de la production vierge à partir de matières premières à base fossile.
2. Pour le PET/polyester, les technologies de recyclage chimique sont de nature à pouvoir augmenter la circularité en complétant le recyclage mécanique et en permettant le recyclage à valeur ajoutée des déchets plastiques difficiles à recycler, pour les transformer en PET/polyester recyclé de haute qualité.
3. L'application complémentaire du recyclage mécanique, du recyclage chimique et de la réutilisation dans le système PET/polyester peut permettre d'optimiser les bénéfices environnementaux et socioéconomiques.

1.

En Europe aujourd'hui, le système PET/polyester est essentiellement non circulaire et dépend surtout de la production vierge à partir de matières premières à base fossile.

Le PET/polyester est l'un des trois plus grands types de plastiques les plus consommés en Europe, avec près de 7 à 8 Mt consommées chaque année¹⁻³. Ce matériau est le plastique primaire qu'on utilise pour fabriquer les bouteilles en plastique à usage unique, les barquettes pour aliments et les textiles synthétiques.

- **En moyenne, les trois quarts de l'ensemble du PET/polyester qui est mis sur le marché finissent sous la forme de déchets et ne sont pas recyclés** (ces déchets sont mis à la décharge, incinérés avec récupération d'énergie ou abandonnés)². Plus des trois quarts du nouveau PET/polyester utilisé chaque année proviennent donc de matières premières à base fossile (pétrole brut et gaz naturel).
- **En Europe, les bouteilles pour boissons représentent un peu moins de la moitié de la consommation de PET/polyester. Le reste sert principalement à la fabrication de textiles (~35 %) et de barquettes (~15 %, y compris des « récipients » et des « tubes », suivant les différentes définitions locales de ces termes)².** Moins de 10 % de l'ensemble des textiles polyesters et de 20 % des barquettes pour aliments en PET qui sont mis sur le marché sont recyclés^a.
- **En Europe, la réutilisation des emballages en PET n'est pas largement répandue**, hormis pour certaines applications, telles que les systèmes de réutilisation des bouteilles pour boissons en PET qui existent en Allemagne et dont la production représente 15 % de l'ensemble des bouteilles du segment de l'eau⁴. En Europe, la revente des vêtements en polyester sur les marchés des articles de seconde main englobe environ 20 % de l'ensemble des volumes de textiles ménagers des consommateurs^{b,5}.
- **Les taux actuels de recyclage du PET/polyester sont atteints principalement via le recyclage mécanique des bouteilles en PET** (lavage, fusion et remoulage en nouveaux produits). Les bouteilles pour boissons en PET transparentes conviennent bien au recyclage mécanique, dont les taux de recyclage moyens pour ce type de bouteilles font partie des plus élevés de l'industrie (50 à 55 %)² (contre 32 à 38 % officiellement pour l'ensemble des emballages plastiques^{6,7}). Les taux de recyclage de ces mêmes bouteilles pour boissons en PET transparentes dépassent même les 90 % dans les pays qui disposent de systèmes de consigne performants (ex : Allemagne ou Norvège)⁴. En Europe, sur les 50 à 55 % de bouteilles en PET qui sont recyclées, **environ un tiers sont recyclées en nouvelles bouteilles et le reste en autres applications, telles que des textiles et des barquettes**. Par conséquent, environ 17 % des bouteilles qui sont mises sur le marché sont recyclées en autres bouteilles². La dynamique de marché actuelle, suivant laquelle davantage de bouteilles sont recyclées en autres applications qu'en nouvelles bouteilles, s'explique en partie par les traitements qui sont impératifs pour respecter les spécifications du PET recyclé, et par la relative propension à payer pour du PET recyclé.
- **Les politiques gouvernementales^c et les engagements volontaires^{8,9} des entreprises des secteurs des biens de consommation et de la mode incitent fortement à recycler davantage le PET/polyester, en particulier pour des applications pour produits sensibles (*contact-sensitive*).** Les gouvernements mettent en place des mesures d'accompagnement, telles que des exigences d'écoconception, la collecte sélective des emballages et des textiles et le financement à partir de dispositifs en matière de responsabilité élargie du fabricant¹⁰⁻¹³. Les prix de marché du PET recyclé destiné à des applications pour produits sensibles sont élevés (souvent supérieurs à ceux du PET vierge), ce qui indique que la demande est forte et que l'offre est contrainte par le système de recyclage du PET actuel. La réalisation des objectifs de ces politiques et de ces engagements volontaires et la demande de l'industrie vont nécessiter au cours des prochaines années une rapide mise à l'échelle de la fourniture de PET/polyester recyclé de haute qualité, ainsi que l'expansion des systèmes de collecte et de tri du PET/polyester pour le recyclage et pour réduire le plus possible la contamination du matériau.

a Ces chiffres correspondent à la part de ces articles qui sont disponibles pour le recyclage.^{4,5,28} Les taux de recyclage réels ne sont pas publiés mais sont a priori très nettement inférieurs.

b On estime à 38 %, en Europe, la part de l'ensemble des vêtements qui sont collectés sélectivement une fois que les consommateurs cessent de les porter, 55 % de ces vêtements collectés étant ensuite vendus sous la forme de textiles pouvant à nouveau être portés⁵.

c Exemples : Règlement sur les emballages et déchets d'emballages (PPWR), Loi Anti-gaspillage en France.

2.

Pour le PET/polyester, les technologies de recyclage chimique sont de nature à pouvoir augmenter la circularité en complétant le recyclage mécanique et en permettant le recyclage à valeur ajoutée des déchets plastiques difficiles à recycler, pour les transformer en PET/polyester recyclé de haute qualité.

Les technologies de recyclage chimique reposent sur des processus de fabrication chimiques qui permettent de recycler le

plastique en décomposant les polymères plastiques en plus petites molécules pouvant ensuite être reconstituées en plastiques qui posséderont les mêmes propriétés que les plastiques neufs. On appelle aussi le recyclage chimique le « recyclage moléculaire ».

- **La structure moléculaire du PET/polyester convient particulièrement à un type de recyclage chimique appelé la dépolymérisation.** La dépolymérisation consiste à décomposer les déchets PET/polyester pour revenir à leurs précurseurs chimiques, les monomères, que l'on repolymérise ensuite en PET ou en polyester recyclé de qualité vierge.
- **Les analyses du cycle de vie indiquent qu'en Europe la dépolymérisation permet de générer moins d'émissions de GES que n'en génèrent les filières conventionnelles de la fabrication du PET et de l'élimination des déchets, même si elle génère davantage d'émissions de GES que le recyclage mécanique.** La dépolymérisation a le potentiel nécessaire pour compléter le recyclage mécanique, dans la mesure où elle permet de traiter de nombreux produits en PET/polyester difficiles à recycler, pour les transformer en PET recyclé de haute valeur à l'aide des technologies mécaniques actuelles. Ces produits sont notamment des barquettes, des bouteilles colorées et des textiles, ainsi que des déchets de PET issus du processus de recyclage mécanique.

- **Le PET convient à la fois au recyclage mécanique et au recyclage chimique et présente des avantages incomparables pour l'application complémentaire de ces technologies, par rapport aux autres plastiques.** Contrairement au PET, le recyclage chimique des plastiques polypropylène et polyéthylène repose sur des technologies de pyrolyse ou de gazéification (généralement plus énergivores et à moindres rendements pour le recyclage de matière-à-matière que la dépolymérisation) ou sur le recyclage à base de solvants (classé en tant que « nouvelle technologie », ce qui nécessite un processus de conformité spécifique pour la production de matériaux recyclés plastiques dit sensibles ou destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires sur le marché de l'UE)^d.
- **Il est nécessaire, pour atteindre des taux de recyclage globaux élevés et s'écarter des matières premières à base fossile, de procéder à la mise à l'échelle du recyclage chimique du PET/polyester parallèlement au recyclage mécanique.** L'industrie et un certain nombre d'études nous disent que les boucles de recyclage mécanique répétées ou contaminées peuvent dégrader les propriétés fonctionnelles et la couleur du plastique recyclé. Les limites techniques de la multiplication des boucles de recyclage mécanique n'ont pas été bien étudiées, et

une étude en laboratoire suggère que pour maintenir la performance du polymère, il faudrait ajouter 25 % de PET équivalent vierge au PET recyclé. En conditions réelles, le pourcentage de « recharge » en PET équivalent vierge nécessaire pour maintenir la performance dans le temps peut dépasser les 25 %. Il faut encore approfondir la recherche. Le recyclage chimique du PET est une source potentielle de PET équivalent vierge¹⁴.

- **Des installations de dépolymérisation du PET/polyester à une échelle industrielle ont été annoncées en Europe.** Sont notamment attendues celles d'Eastman (160 000 tonnes par an)¹⁵, d'Axens / Toray Films Europe (80 000 tonnes par an)¹⁶, d'Infinite Loop / Groupe Suez (70 000 tonnes par an)¹⁷ et de Carbios / Indorama Ventures (50 000 tonnes par an)¹⁸, toutes devant être situées en France, et l'installation d'Ioniqa, aux Pays-Bas (10 000 tonnes par an)¹⁹.

N. b. : La capacité annoncée de production des procédés de dépolymérisation est basée sur des informations accessibles au public qui ne permettent pas de savoir si les projets ont obtenu une autorisation finale d'investissement.

d Le recyclage à base de solvants, qui est parfois considéré comme un recyclage chimique (par exemple, par la Commission européenne), est classé en tant que « nouvelle technologie » selon la réglementation de l'UE n° 2022/1616 ; les technologies de dépolymérisation ne seraient pas tenues de se conformer au règlement de l'UE n° 2022/1616 en supposant qu'elles puissent produire des monomères régis par le règlement n° 10/2011 à des niveaux de pureté élevés.

3.

L'application complémentaire du recyclage mécanique, du recyclage chimique et de la réutilisation dans le système PET/polyester peut permettre d'optimiser les bénéfices environnementaux et socioéconomiques.

Les études montrent que pour bâtir une économie circulaire pour les emballages en PET et les textiles polyesters, il n'existe pas de solution miracle.

- **Les efforts de réduction sont essentiels, mais pour éviter des conséquences environnementales ou sociales non voulues**, telles que le gaspillage alimentaire ou des impacts sur le climat, **ces efforts doivent être déployés de façon sélective**. La mise à l'échelle de la réutilisation/revente (y compris des produits en PET/polyester réutilisables) peut jouer un rôle non négligeable, mais demeure limitée par

le besoin d'évolution des comportements des consommateurs, et d'infrastructures. Les mesures de substitution sont elles aussi importantes pour réduire les émissions de GES, que le matériau de substitution soit du PET/polyester ou non.

- **Le recyclage mécanique est une technologie éprouvée qu'il est possible de mettre à l'échelle, mais elle ne permet pas de convertir facilement certains produits en PET/polyester en PET recyclé de haute valeur ou pour produits sensibles** et nécessitera un apport continu de PET équivalent vierge pour pouvoir maintenir la performance du polymère à l'échelle.
- **Le recyclage chimique du PET/polyester n'est pas non plus une solution miracle**. Des rapports de recherche soulignent qu'il serait possible, en application complémentaire, de déployer le recyclage mécanique, le recyclage chimique et la réutilisation dans le système PET/polyester. Cela pourrait permettre d'atteindre des taux de recyclage élevés, d'augmenter l'approvisionnement en PET recyclé de haute valeur et pour produits sensibles, de réduire les émissions de gaz à effet de serre, les volumes de déchets plastiques et la pollution environnementale et de favoriser le développement industriel et la création d'emplois verts. La réalisation de cette vision circulaire aurait aussi valeur d'exemple pour l'application complémentaire des approches de l'économie circulaire à d'autres composantes des filières de l'emballage et des textiles, et au-delà.



D'une façon générale, le passage en revue de plus de 80 rapports de recherche n'a pas permis de mettre au jour une étude de modélisation au niveau système, pour le système PET/polyester, qui permettrait d'évaluer au niveau système les impacts environnementaux de différents scénarios pour l'application complémentaire de la réduction, la réutilisation, la substitution, le recyclage mécanique et le recyclage chimique. Cette tâche sera traitée dans un rapport complémentaire dont la publication est prévue pour 2023.

Méthodologie

Une revue de la littérature a été menée, qui a porté sur plus de 80 études pertinentes publiées dans des revues universitaires visées par des pairs, ainsi que dans des publications d'agences gouvernementales, de sociétés de conseil, de groupes de réflexion et d'organisations de la société civile.

Les éclairages tirés de ces recherches, qui sont restitués dans le présent article de synthèse, forment un résumé de ce qui est connu et de ce qui ne l'est pas, et mettent en exergue les principales questions qu'il reste à traiter dans des études ultérieures sur le système circulaire du PET en Europe. Ces éclairages ont été vérifiés par rapport à de multiples études ou auprès d'experts du secteur. Outre de nombreux articles universitaires visés par des pairs et portant sur différentes composantes du système, neuf études couvrant l'ensemble du système se sont révélées particulièrement pertinentes pour la présente synthèse :



Systemiq (2022)



Eunomia (2022)



McKinsey & Global Fashion Agenda (2020)



McKinsey (2022)



Eunomia (2020)



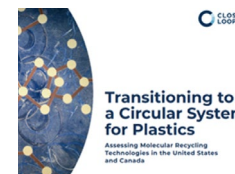
Eunomia & Zero Waste Europe (2022)



Systemiq & Pew Charitable Trusts (2020)



Ellen MacArthur Foundation (2016)



Closed Loop Partners (2021)



Ensemble de publications universitaires fondamentales sur le recyclage du PET



Les éclairages de la recherche restitués dans le présent article de synthèse ont été vérifiés par rapport à de multiples études ou auprès d'experts du secteur.