

# Recyclage chimique des plastiques : la maturité industrielle en ligne de mire ?

Avec 800 000 tonnes de capacités installées ou en cours de développement en Europe et porté par les nouvelles réglementations européennes sur le recyclage des emballages, le recyclage chimique pourrait fournir jusqu'à 6,6 millions de tonnes de matières plastiques recyclées nécessaires à la fabrication de nouveaux emballages en Europe d'ici à 2040.

**Charlotte De Lorgeril**

*Partner Energy & Utilities*

+33 6 24 73 18 34

[charlotte.delorgeril@sia-partners.com](mailto:charlotte.delorgeril@sia-partners.com)

**Mathieu Morel**

*Manager BU Energy & Utilities*

+33 6 33 29 14 83

[Mathieu.morel@sia-partners.com](mailto:Mathieu.morel@sia-partners.com)

## Executive Summary



Market  
overview

**32 Mt de déchets plastiques « post-consumer » ont été produits en UE en 2022, dont seulement 11,3 Mt (29%) ont été orientés vers le recyclage. L'amélioration du taux de recyclage des plastiques a poussé l'UE à élaborer un cadre favorable au recyclage chimique.** Premièrement, en introduisant l'objectif de recycler au moins **55% des emballages d'ici 2030 (directive 2018/852)**. Deuxièmement, en imposant aux industriels metteurs sur le marché d'incorporer entre **50 et 65% de Matières Premières Recyclées (MPR) d'ici 2040 dans les nouveaux emballages (PPWR, 2024)**. Enfin, pour les acteurs du recyclage chimique, la **directive sur les emballages plastiques à usage unique (SUPD, 2024)** qui ouvre la voie à une **certification des polymères recyclés chimiquement**.



Focus sur  
les premiers  
projets

**Plus de 51 projets**, opérationnels ou annoncés, représentant une **capacité de ~0,8 Mt/an**, ont été recensés dans le cadre de l'étude. 62% d'entre eux sont à base de **pyrolyse, conçue pour traiter les déchets de résines polyoléfiniques en mélange (PE, PP voire PS/PSE)**. **Un ralentissement du nombre de nouveaux projets a été constaté depuis 2023**, dû en grande partie au renforcement du niveau des **risques financiers et réglementaires** ainsi que de la **concurrence des filières de valorisation énergétique (CSR et incinération)** en particulier pendant la dernière crise énergétique (2022). Parmi les acteurs engagés, les **raffineurs et pétrochimistes** démontrent un intérêt très marqué pour le recyclage chimique qui leur permettra de stimuler leur offre, tandis que les industriels **metteurs sur le marché**, sous pression réglementaire, **multiplient les partenariats pour sécuriser des volumes et stimuler la demande de résines recyclées chimiquement**.



Trends  
2030-2040

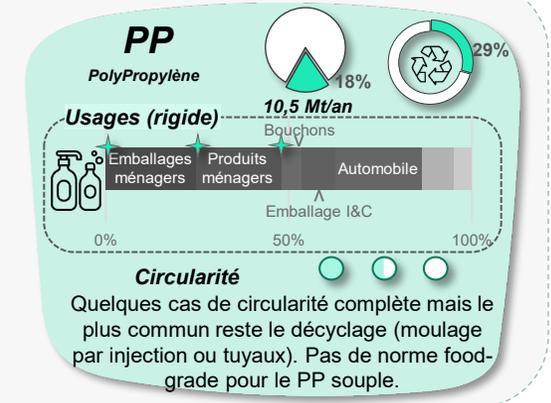
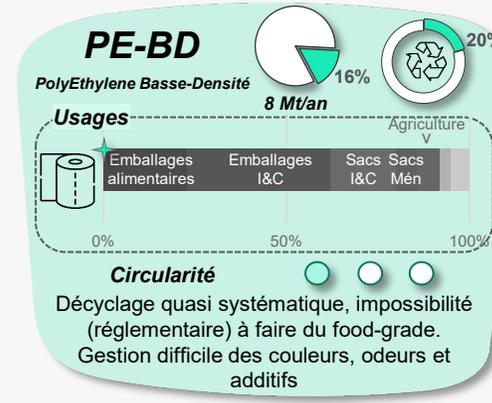
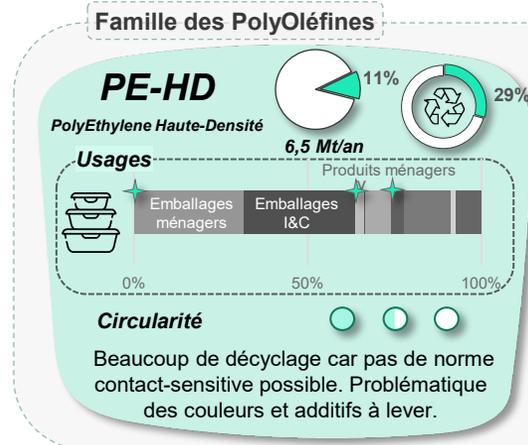
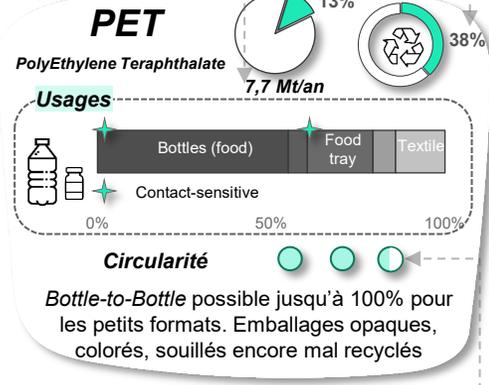
A termes, le recyclage chimique adressera principalement les résines Polyoléfiniques et le PET (hors bouteille) concernés par les nouvelles réglementation sur les emballages **et fournira entre 1,5 Mt et 6,6 Mt de MPR d'ici 2030 et 2040 respectivement**. Ces productions entraîneront la **construction de nouveaux centres de recyclage chimique** répartis entre 2 grandes familles (pyrolyse et/ou gazéification ; solvolysse et/ou enzymolysse) formant un parc estimé à **~2,5 Mt (2030) et jusqu'à ~9 Mt/an (2040)**. Ainsi, le recyclage chimique **pourrait atteindre entre 15 % et 40% de part de marché par rapport au recyclage mécanique sur le segment des emballages**. L'investissement global cumulé pour la construction de ces sites (partie « *core-process* » uniquement) **est estimé à au moins 5 Mds € d'ici à 2030 et à 14 Mds € d'ici à 2040**.

# 0. Préambule

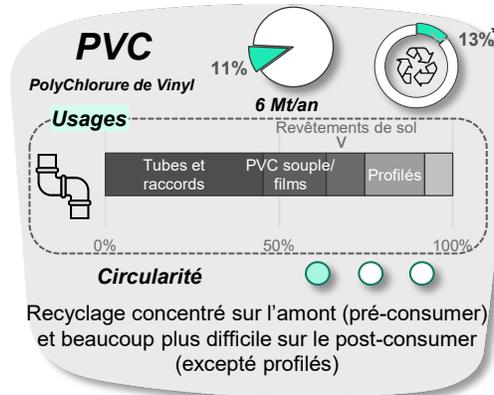
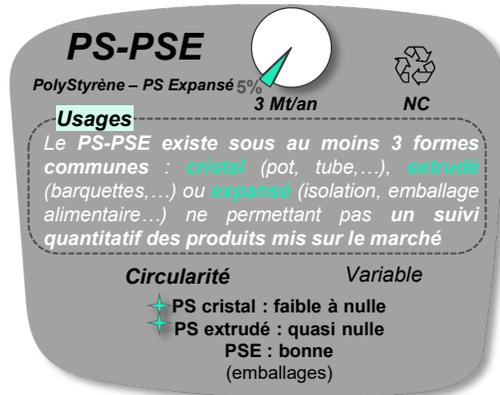
Cartographie de la production  
de plastique en Europe et de  
son recyclage

# PREAMBULE | Plastics production and state of recycling, Europe, 2022

Quantité mise sur le marché (yc MPR (2022))  
Part de marché de la résine en UE (2022)  
Taux de recyclage (2022)



Evaluation Sia Partners sur la capacité technique du RM à assurer une circularité complète



La famille des Polyoléfines (PE-BD, PE-HD, PP) représente à elle seule 45% des plastiques mis sur le marché en Europe. A l'inverse, le PET ne représente que 10% mais présente un taux de recyclage bien plus élevé que les autres résines (38%, hors textile) avec une circularité proche de 100% (ex : bottle-to-bottle). L'augmentation de la recyclabilité via le recyclage mécanique ou chimique sera donc spécifique à chaque résine et à son application visée (emballage alimentaire, construction, automobile...) et dépendra de la bonne orientation des flux vers la technologie la plus adaptée.

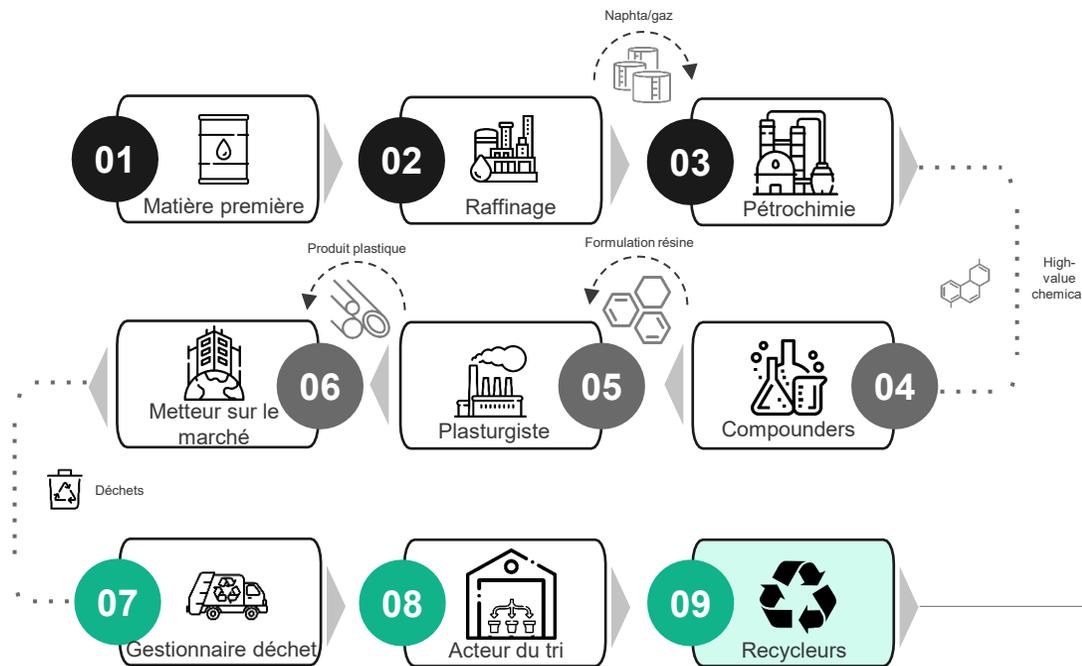
\* Ratio MPR / quantité mise sur le marché. Ne tient pas compte de la longue durée de vie de certain produit (>50ans)

# 01. Market overview

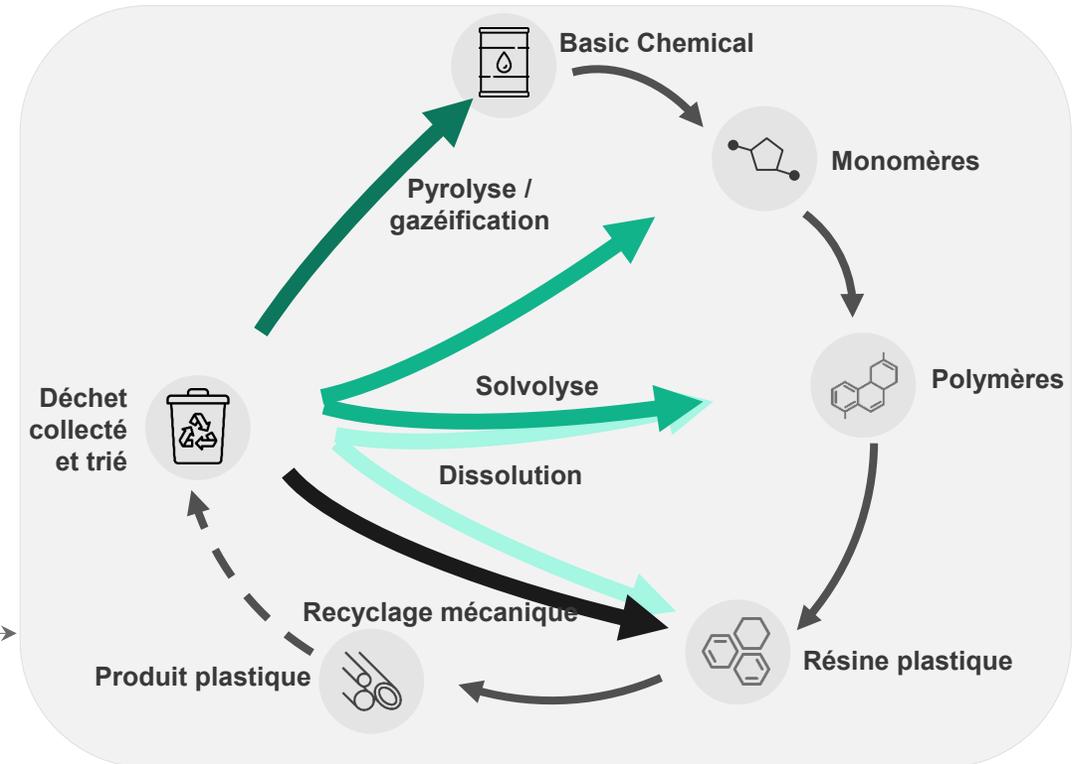
Le développement du recyclage chimique en complément du recyclage mécanique paraît indispensable pour atteindre les objectifs fixés dans les réglementations européennes.

# MARKET OVERVIEW | Introduction : cycle de vie des plastiques et les différentes voies de recyclage

## CYCLE DE VIE DE PRODUCTION DU PLASTIQUE

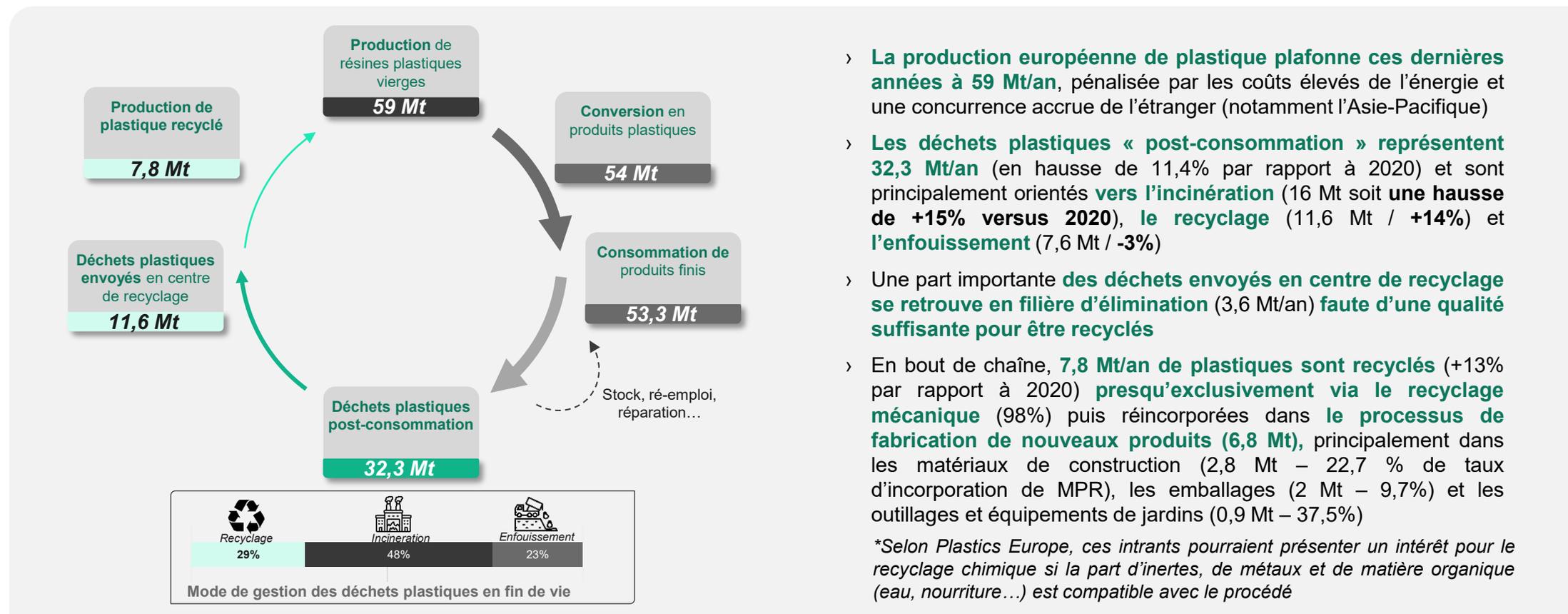


## CHAÎNE DE VALEUR DU RECYCLAGE DES PLASTIQUES

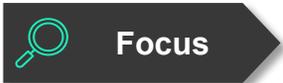


La chaîne de valeur du plastique, longue et complexe, est actuellement dominée par le recyclage mécanique (98% des plastiques recyclés). Toutefois, deux voies distinctes de recyclage chimique émergent : la dépolymérisation par solvants (solvolyse) et thermique (pyrolyse/gazéification). Contrairement au recyclage mécanique, le recyclage chimique permet de remonter en amont de la chaîne de production, démultipliant ainsi les débouchés potentiels et améliorant la qualité des plastiques produits.

# MARKET OVERVIEW | 32,3 Mt de déchets plastiques produits chaque année en Europe et seulement 11,6 Mt effectivement envoyés dans les chaînes de recyclage (35%)



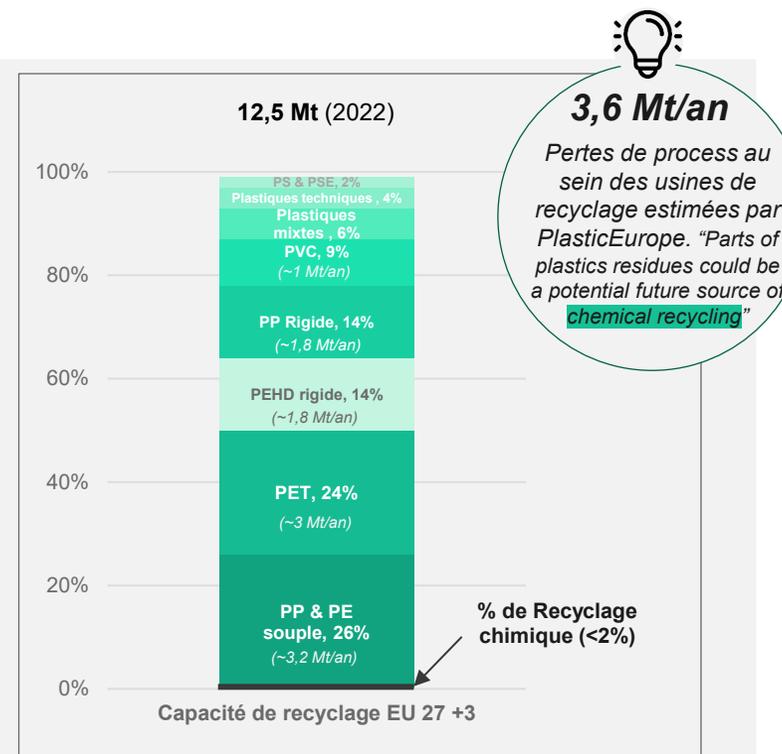
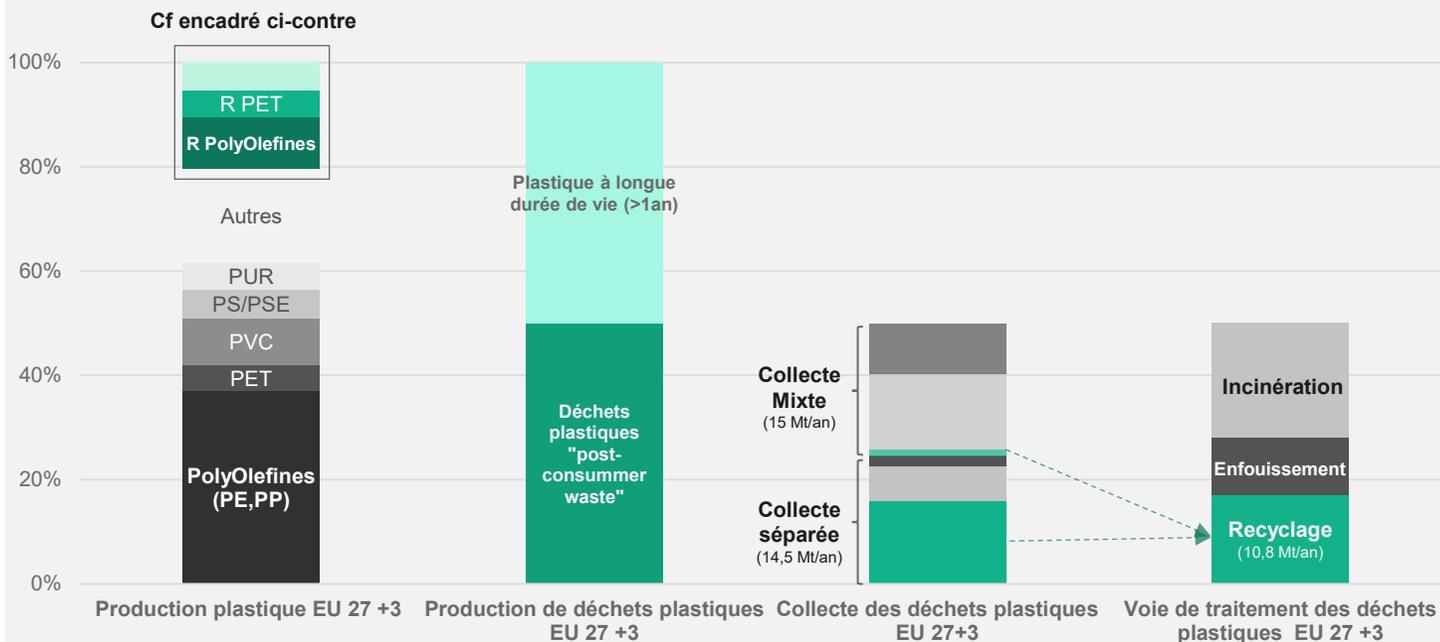
Malgré des progrès continus ces dernières années sur le recyclage des déchets plastiques, un écart important reste à combler pour assurer une meilleure circularité et l'atteinte des objectifs européens. L'amélioration de la qualité du plastique recyclé sera essentielle pour permettre une meilleure incorporation de MPR dans une gamme plus large de produits finis, comme le « *bottle to bottle* », encore peu développé aujourd'hui.



# MARKET OVERVIEW | Des capacités de recyclage en hausse (+14% en 2 ans) concentrées sur les Polyoléfines (54%) et le PET (24%)

Près de la moitié de la production totale de plastiques (32,3 sur 59 Mt/an) se retrouve parmi les déchets « post-consommation » au cours de la même année et est collectée par les services de gestion des déchets. Dans le cas d'une collecte en mélange, le plastique se recycle très peu (3,8%) tandis qu'une collecte séparée permet d'atteindre un taux de recyclage de 49,4%. Toutefois, des efforts importants sont nécessaires pour atteindre l'objectif européen de recycler 55% des emballages en 2030.

Production et modes de traitement des plastiques en Europe (27 + 3) - 2020

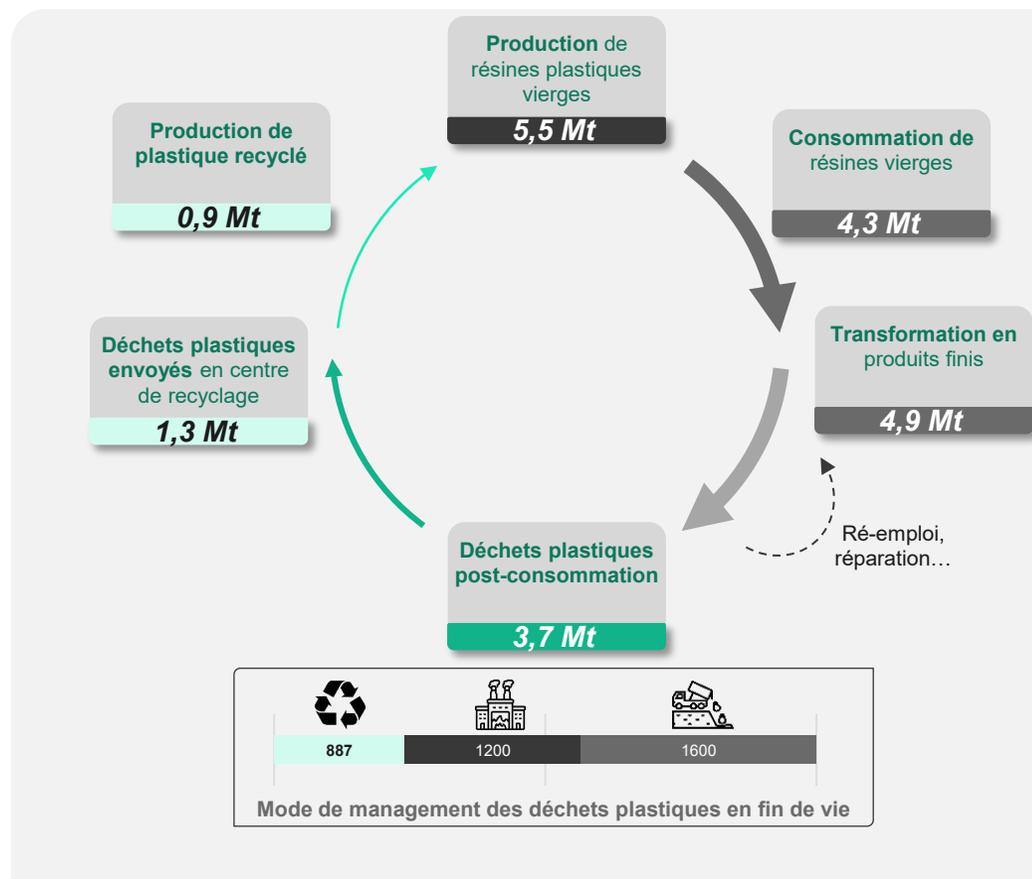




Focus

# MARKET OVERVIEW | La France est très en retard sur le recyclage des plastiques mais les dernières mesures réglementaires permettent un décollage rapide de la filière

La France compte parmi les mauvais élèves européens (29<sup>e</sup> sur 30) avec seulement 21% de plastiques recyclés en 2021 contre une moyenne européenne proche de 30%. Le principal levier d'amélioration réside dans une meilleure collecte à la source, à la fois côté ménager avec l'extension des consignes de tri, et côté industriel avec la mise en place de la nouvelle REP EIC en 2025.



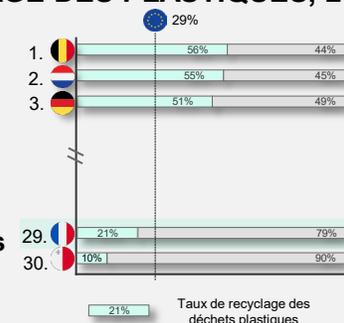
## CHIFFRES CLÉS DE LA FILIÈRE FR RECYCLAGE DES PLASTIQUES, 2021



Taux de recyclage des déchets plastiques



Taux d'incorporation de matières plastiques dans les nouveaux produits

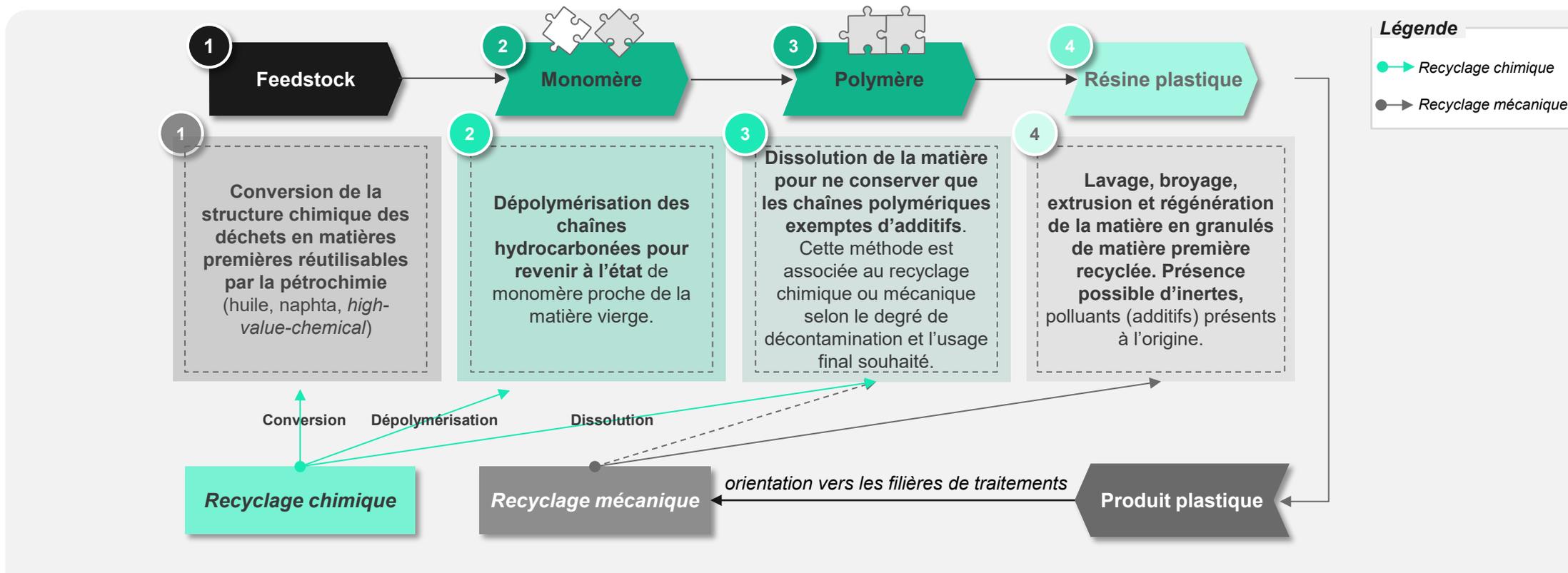


## PRINCIPAUX ENJEUX DE LA FILIÈRE FRANÇAISE DE RECYCLAGE

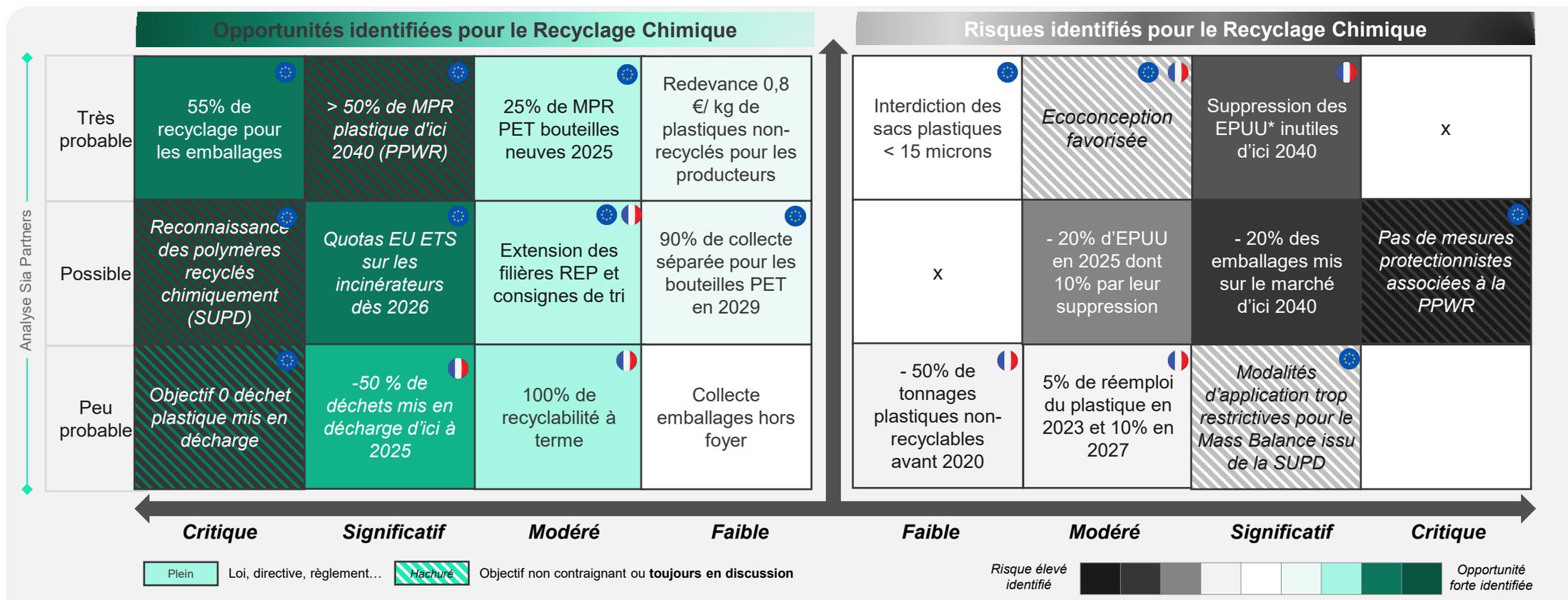
- › **Améliorer la collecte des déchets** : un déchet collecté séparément aura 13 fois plus de chance de finir en filière de recyclage qu'un déchet collecté en mélange, en particulier avec la fin de l'extension des consignes de tri pour la collecte sélective des emballages ménagers (~1,3 Mt/an)
- › **Renforcer en particulier le tri à la source des emballages plastiques Industriels et Commerciaux**, dont près des 2/3 (0,7 Mt) ne sont pas recyclés à date. La nouvelle REP EIC prévue pour janvier 2025 pourrait améliorer ce volume
- › **Améliorer la compétitivité des filières de recyclage** avec une meilleure recyclabilité des produits (*product-to-product*) et un prix du recyclé inférieur ou égal au vierge (aujourd'hui non atteint pour beaucoup de résines)

# MARKET OVERVIEW | Le recyclage chimique permet de remonter la chaîne de production du plastique avec une qualité du recyclé comparable à la matière vierge

Le recyclage chimique des plastiques est défini selon la norme ISO 15270 comme la conversion en monomère ou la production de nouvelles matières premières par modification de la structure chimique des plastiques (cracking, gazéification ou dépolymérisation). Il a vocation à compléter le recyclage mécanique sur les gisements de plastiques mélangés et souillés, qui ne sont pas encore adressés. Par ailleurs, le recyclage mécanique dégrade la qualité du plastique, limitant ainsi les cycles possibles de recyclage, tandis que le recyclage chimique permet d'atteindre une qualité comparable à la matière vierge.



# MARKET OVERVIEW | Le recyclage chimique s'inscrit dans un contexte réglementaire favorable pour la mise à l'échelle de la filière (PPWR, mise en place des REP, mass-balance)



Les différentes réglementations introduites en France et en Europe autour de la collecte et du recyclage des déchets plastiques montrent significativement plus d'opportunités majeures que de risques identifiés pour le recyclage chimique. Bien que la reconnaissance du « mass-balance *fuel-exempt* » ait été votée dans la nouvelle directive SUPD, les modalités d'application opérationnelles, notamment l'utilisation des crédits par les opérateurs de recyclage chimique, sont encore floues à ce stade



## Focus

# MARKET OVERVIEW | Le recyclage chim. possède un avantage compétitif sur le plan technique mais reste en retrait d'un point de vue économique et environnemental

Le recyclage mécanique représente aujourd'hui 98% des capacités installées. Dans le cadre de sa stratégie économie circulaire, l'Europe a formulé des objectifs ambitieux, visant ainsi de recycler 55% de l'ensemble des emballages d'ici 2030 contre 29% aujourd'hui. **Cette cible implique d'augmenter les capacités existantes de recyclage mécanique mais également d'ouvrir la voie au recyclage chimique, qui permettrait de répondre aux enjeux d'incorporation de matières plastiques recyclées (MPR) introduits par l'accord provisoire sur la PPWR, notamment vis-à-vis de la norme *contact-sensitive*.**

| Critères  | Filière recyclage mécanique   | Filière recyclage chimique   |
|---|---|--|
| <b>Capacité à adresser tous les gisements</b>     | <p><b>+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Adresse les principaux gisements de plastiques à condition d'une bonne séparation amont (voir ci-contre)</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Étapes restrictives de séparation et de tri amont pour limiter les contaminations (pureté matière &gt;98%)</li> <li>Fort taux de pertes <i>in-situ</i> (&gt;35%)*</li> <li>Faible tolérance aux contaminations</li> </ul> | <p><b>+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Adresse tous types de plastiques (hors PVC et plastiques contenant des matières chimiques dangereuses)</li> <li>Moindre contrainte pureté matière (&gt;92%)</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Taux de pertes (en masse) entre l'entrée et la sortie encore mal évalués (polluants...etc)</li> </ul>   |
| <b>Performance de la technologie</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Technologie robuste, fiable et facilement scalable</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de retour à l'alimentarité (hors PET bouteille clair), pas d'élimination des colorants</li> <li>Dégrade la structure chimique des polymères limitants le nombre de cycle</li> </ul>   | <p><b>+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Versatilité du procédé (choix entre polymères ou monomères)</li> <li>Décontamination des plastiques traités</li> <li>Pas de vieillissement prématuré de la structure des polymères</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Encore peu de REX industriel</li> <li>Rendement des procédés assez faible dans certain cas (&lt;60%)</li> </ul>                                  |
| <b>Compétitivité économique</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Prix compétitifs par rapport au vierge pour un grand nombre de résines</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Coût global pouvant exploser pour l'atteinte d'une très haute qualité - dépendra de l'usage souhaité (ex <i>bottle-to-bottle</i>)</li> </ul>  | <p><b>+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Permet d'obtenir directement la plus haute qualité recherchée, sans surcoût</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Coût très élevé des matières produites (entre 2 et 3 fois le prix du vierge)</li> <li>Production encore « embryonnaire » (&lt;100kt/an UE)</li> </ul>   |
| <b>Performance environnementale</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Présente les plus bas niveaux d'émissions et la meilleure ACV de l'ensemble des technologies de recyclage</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation d'eau pouvant être importante (lavage)</li> </ul>   | <p><b>+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>L'effet d'échelle des projets pourrait permettre une amélioration de l'ACV. De nombreux industriels cherchent à réduire les températures de réaction (gain économique et écologique)</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Procédés thermiques énergivores (pyrolyse, gazéification) en particulier</li> <li>Emissions, rejets toxiques possibles</li> </ul>              |
| <b>Permet de se conformer à la réglementation</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Objectif de recyclage de 55% des emballages d'ici 2030</li> <li>Taux d'incorporation de MPR sur le PET bouteille</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de retour au plastique dit <i>contact-sensitive</i> (hors PET), en partie dû au manque de norme (EFSA)</li> </ul>   | <p><b>+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nouveaux objectifs de taux d'incorporation de plastiques recyclés envisagés par la PPWR, y compris sur le <i>contact-sensitive</i> (cf trends)</li> </ul> <p><b>-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Incertitudes sur la reconnaissance <i>mass balance</i></li> <li>Incertitudes sur la mise en place de mesures protectionnistes parallèlement à la mise en place de la PPWR</li> </ul> |

Compétitivité de la filière selon le critère : ● ● ● Faible ● ● ● Moyenne ● ● ● Elevée

# MARKET OVERVIEW | Le recyclage chimique ne remplacera pas la filière existante, mais complétera les capacités existantes en se positionnant sur le « hard-to-recycle »

Le recyclage chimique a vocation à compléter les capacités de recyclage existantes, là où les filières actuelles sont les plus limitées, afin de permettre l'atteinte des objectifs de recyclage et une meilleure circularité des plastiques. Le recyclage mécanique conservera l'avantage sur les gisements bien adressés (le PET bouteille, les films industriels et le PS/PSE non *food grade*), mais le recyclage chimique se développera sur les segments « *hard-to-recycle* », notamment pour permettre un retour au « *contact-sensitive* » comme les applications alimentaires, cosmétiques, médicales ou déchets dangereux.

Tableau comparatif des principales résines mises sur le marché, secteur du packaging, (~21 Mt UE)

| Résine<br>Critères                 | PET   |   |  | Barquettes multicouches | PEHD                               |                              | PEBD                                 |  | PP Rigide                          |                                      | PP souple   | PS / PSE   |
|------------------------------------|---|---|--|-------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
|                                    | Clair   | Coloré / Opaque                           | Monocouche                             |                         | Bouteilles / PTT*/ bouchons        | Emballages pour le transport | Films Industriels                    | Emballages souples ménagers                      | Bouteilles / PTT*/ bouchons        | Emballages pour le transport         | Emballages souples ménagers   |  |
| Volume UE (Mt/an)                  | 3,1   | 1,4                                       | 0,5                                    | N.C                     | 3,4                                | 0,7                          | 4,3                                  | 2,5  | 3,2                                | 0,3                                  | ~1  | ~0,4   |
| Filière actuelle de recyclage      | +++   | +   | ++                                     | -                       | ++                                 | ++                           | +++                                  | -  | ++                                 | ++                                   | +   | -  |
| Retour au contact-sensitive        | ✓   | ✗<br><small>Hors bte lait blanche</small> | ✓                                      | N/A                     | ✗                                  | N/A                          | N/A                                  | ✗  | ✗                                  | N/A                                  | ✗   | ✗  |
| Limites                            | Enjeu du tri / des contaminants<br>Tensions appro selon prix vierge/<br>besoin de MPR | Peu / pas collecté                        | Opercules et scellants non recyclables | Peu / pas collecté      | Pas de retour au contact-sensitive |                              |                                      | Souillés, présence d'organique, mélange matières | Pas de retour au contact-sensitive |                                      | Souillés, présence d'organique, mélange matières<br>Petits emballages | Matière cassante (<5cm) et débouchés actuels limités |
| Principaux débouchés               | Emballages alimentaires   | Textile                                   | Emballages alimentaires                |                         | Objets non alimentaires            |                              | Sacs plastique, sacs poubelle, tubes |  | Objets non alimentaires            | Sacs plastique, sacs poubelle, tubes |   | Pots de fleurs, cintres                              |
| Filière adaptée (hyp Sia Partners) | Mécanique   | Chimique                                  | Mécanique                              | Chimique                | Mécanique                          | Mécanique                    | Mécanique                            | Chimique   | Mécanique                          | Mécanique                            | Chimique  | Chimique   |

20,8

+++ Filière de recyclage en place et efficiente    ++ Filière de recyclage en place, améliorabile    + Filière de recyclage suboptimale    - Pas de filière de recyclage fonctionnelle

# MARKET OVERVIEW | Synthèse préliminaire sur le marché du recyclage des plastiques en Europe



## Marché actuel et tendances

- **L'UE produit ~60Mt de matières plastiques par an dont les 2/3** sont issues des 4 principales familles (PET, Polyoléfines, PVC, PS-PSE)
- **Le recyclage mécanique représente 98% des capacités installées en Europe** grâce à son faible coût<sup>1</sup>, sa fiabilité, sa mise à l'échelle et la possibilité de traiter les principales familles de déchets plastiques (sous conditions)
- **Seuls 29% des plastiques en fin de vie sont effectivement recyclés en Europe**, en partie à cause d'une collecte insuffisante mais également du manque de débouchés pour le plastique recyclé issu de la filière mécanique (marché à plus faible valeur ajoutée que la matière vierge, prix du vierge faible...)
- **Le taux de recyclage des déchets plastiques diffère selon les résines** : > à 60% pour le PET (bouteilles), mais < à 10% pour le PVC
- **Une circularité complète des plastiques nécessite de développer des technologies alternatives** adressant les limites du recyclage actuel



## Perspectives réglementaires

- Les principales réglementations européennes **en faveur du recyclage des plastiques concernent les emballages** (~19 Mt/an) : la directive 2018/852 **visé à recycler au moins 55% des emballages d'ici 2030**, et l'accord provisoire sur la PPWR (dont le vote final est prévu à l'automne 2024) **visé entre 50 et 65% d'incorporation de Matières Premières Recyclées d'ici 2040** pour les nouveaux emballages
- **La mise à jour de la directive sur les emballages à usage unique (SUPD) votée en 2024 ouvre la voie à une certification des polymères recyclés produits** via la reconnaissance dans le Mass Balance
- En France, les principales **mesures visent la réduction de l'enfouissement de 50% en 2025** ainsi que **le développement des filières REP** (en particulier pour les EIC) ouvrant la voie à une meilleure circularité des matières plastiques (amélioration de la collecte et du tri en particulier)



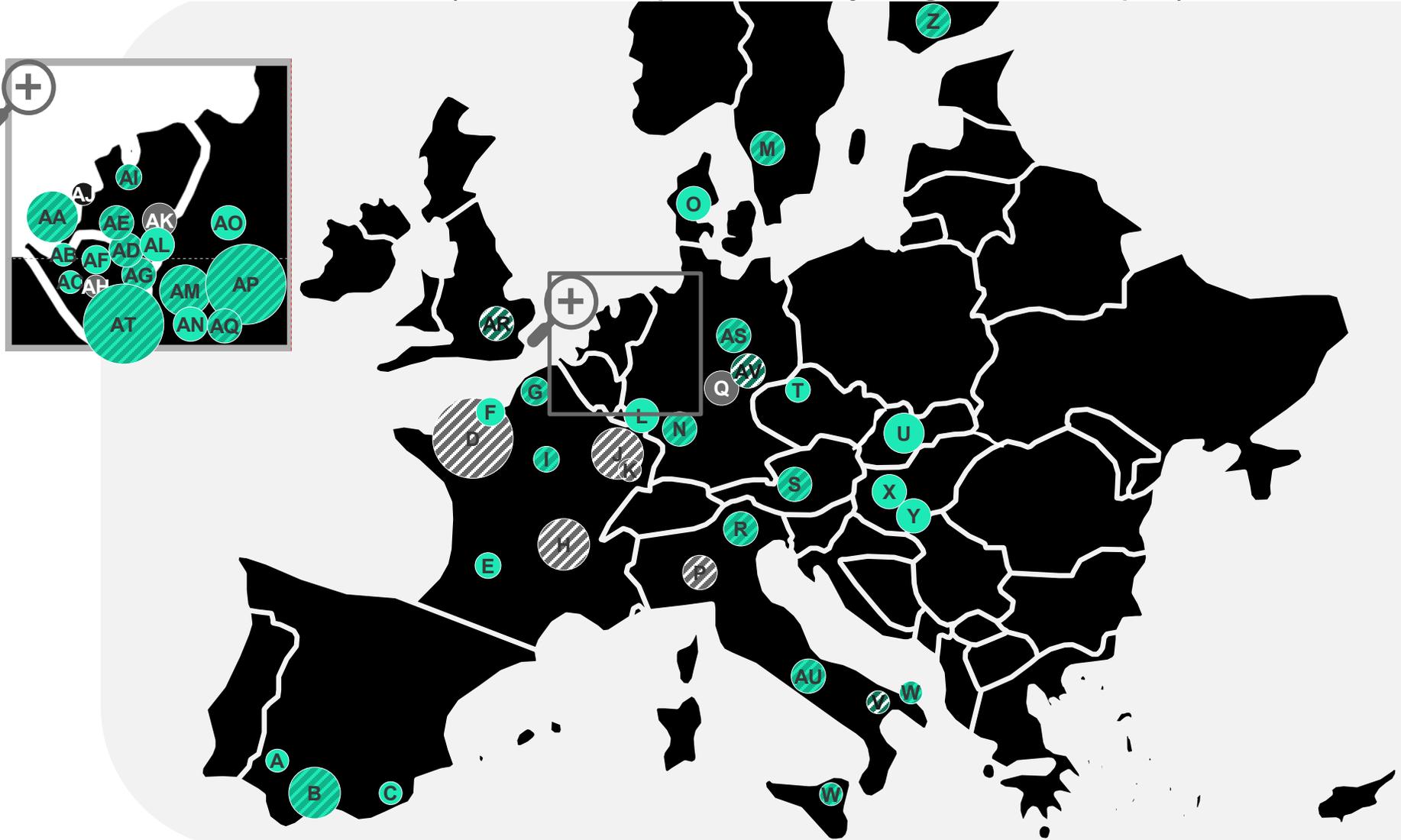
## Filières de recyclage

- **Le recyclage chimique bénéficie d'au moins 2 avantages compétitifs par rapport au recyclage mécanique** à la fois **sur les gisements traités** (capacité à traiter des plastiques en mélange (PO), moindre contrainte sur la pureté matière entrante) ainsi que **sur le plan technologique** (décontamination des plastiques traités, pas de vieillissement prématuré des polymères, pas de limite de réincorporation de MPR)
- Si le recyclage mécanique présente de meilleurs résultats sur le **plan économique et environnemental**, le scale-up attendu des projets de recyclage chimique pourrait faire évoluer sensiblement ses performances vis-à-vis du recyclage mécanique

# 02. Benchmark européen

Plus de 50 projets recensés, principalement en France, Allemagne et Belgique mais leur compétitivité reste limitée en particulier à cause de barrières technologiques, économiques et environnementales

# BENCHMARK EUROPEEN | 51 projets en opérations ou annoncés en UE pour une capacité totale de 0,8 Mt/an (vs 12,5 Mt pour le recyclage mécanique)



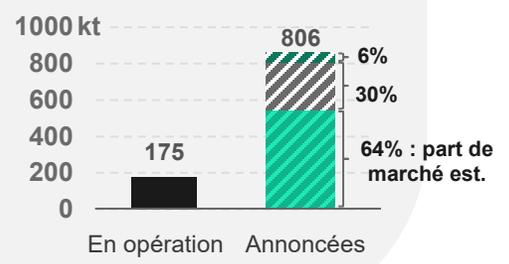
**Légende**

- Pyrolyse
  - Opérationnel (Solid Green)
  - Annoncé / en développement (Green with diagonal lines)
- Solvolyse
  - Opérationnel (Solid Grey)
  - Annoncé / en développement (Grey with diagonal lines)
- Gazéification
  - Annoncé / en développement (Green with diagonal lines)
- Dissolution
  - Opérationnel (Solid Black)

Taille des projets

- >100 kt (Large circle)
- 50 kt (Medium circle)
- <10 kt ou n.a. (Small circle)

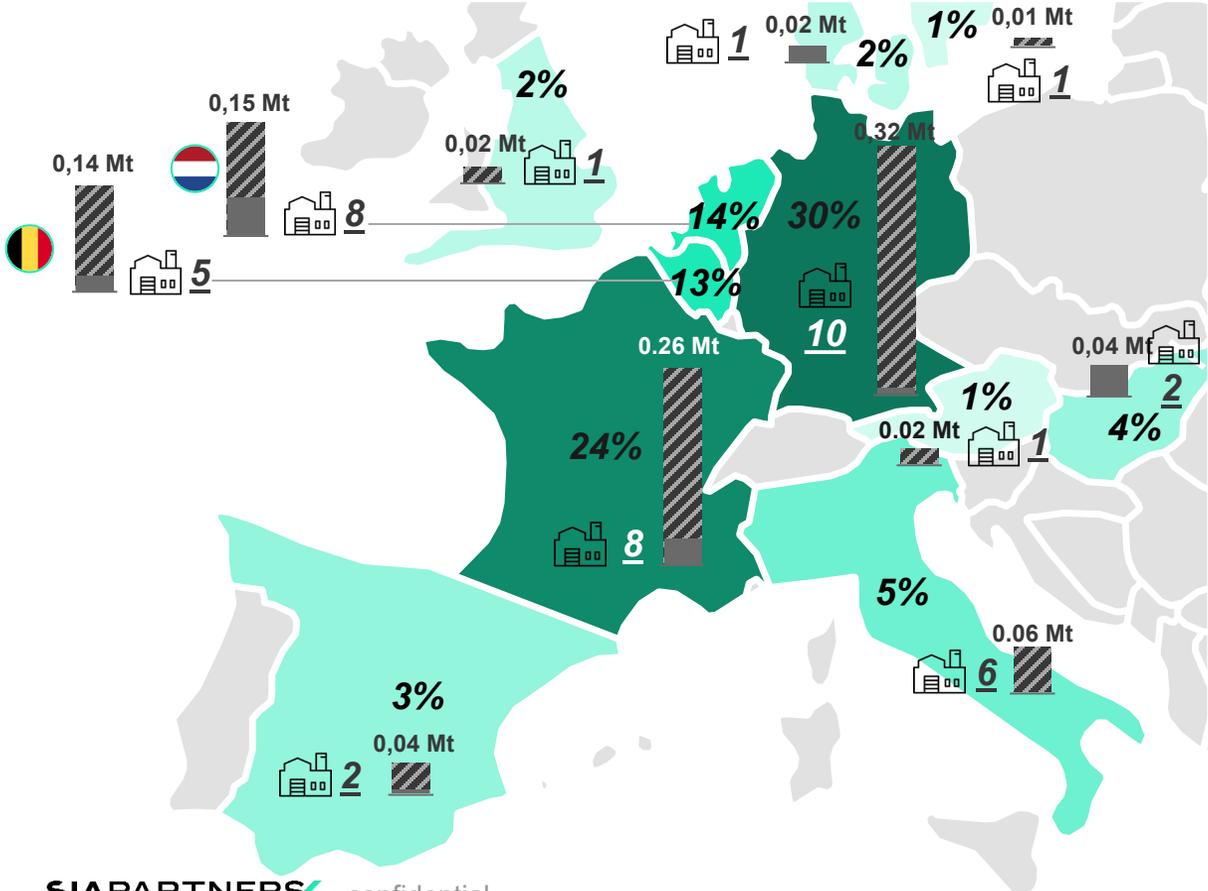
### Capacités de traitement



**Focus**

# BENCHMARK EUROPEEN | Les projets de recyclage chimique se concentrent en majorité en France, Allemagne, Belgique et Pays-Bas (68% des capacités annoncées)

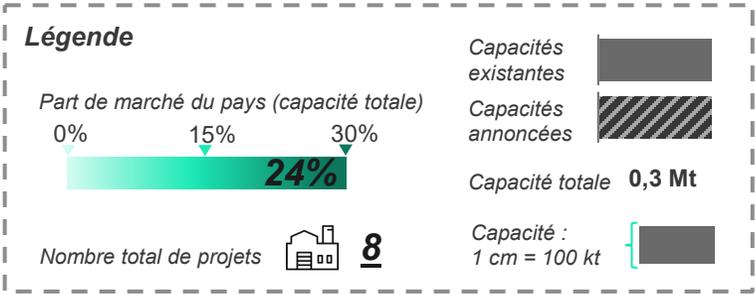
Les projets de recyclage chimique sont en plein développement et font l'objet de nombreuses annonces : **l'Allemagne et la France se démarquent tout particulièrement aux vues des capacités annoncées** (respectivement 324 et 230 kt) qui dépassent largement les capacités opérationnelles actuelles (175 kt). **Les développeurs de technologie sont sur-représentés** dans l'ensemble des projets par besoin de mettre leur technologie à l'échelle industrielle. Ces derniers sont le plus souvent en partenariat avec un acteur historique de la pétrochimie pour la valorisation des polymères produits et **visent les marchés « contact-sensible »**. Les principaux intrants utilisés sont les **déchets plastiques ménagers post-consommation indiquant une intégration de la chaîne de sur-tri au sein des projets**. **En France, les projets sont majoritairement portés sur le PET** (par solvolyse).



### PAYS AVEC LES CAPACITES LES PLUS IMPORTANTES (>10% de part de marché)

|   |  |                  |     |     |            |                   |
|---|--|------------------|-----|-----|------------|-------------------|
| 1 |  | <b>ALLEMAGNE</b> | 42% | 58% | PE, PP, PS | Déchets mélangés* |
| 2 |  | <b>FRANCE</b>    | 70% | 30% | PET        | Déchets mélangés  |
| 3 |  | <b>PAYS-BAS</b>  | 13% | 87% | PET        | Déchets mélangés  |
| 4 |  | <b>BELGIQUE</b>  | 86% | 14% | PS         | Déchets mélangés  |

\*Déchets mélangés : mélange de post-consumer waste issus de résines PO (PE,PP)





Focus

## BENCHMARK EUROPEEN | De très nombreux projets font appels à des partenariats en amont et/ou en aval de la chaîne de valeur pour « dé-risquer » les investissements

**De nombreux projets sont annoncés en partenariat** : des fournisseurs de matières premières (collecteurs/recycleurs mécaniques de déchets), des transformateurs de déchets plastiques (fournisseurs de technologies), avec des producteurs de plastiques (pétrochimistes), et des usagers de ces plastiques recyclés (industriels), à travers des mémorandums, des investissements conjoints ou des lettres d'intention de fourniture de plastique produit.

### EXEMPLES DE PARTENARIATS

Partenariat en amont de la chaîne : **sécurisation des intrants**

Projet : Eastman (Port-Jérôme, France)

Technologie : Solvolyse



**80% de l'approvisionnement en intrant est sécurisé via des partenariats avec des acteurs de la gestion des déchets**

Partenariat en aval de la chaîne : **valorisation de la matière sortante**

Projet : CARBOLIQ (Francfort, Allemagne)

Technologie : Pyrolyse



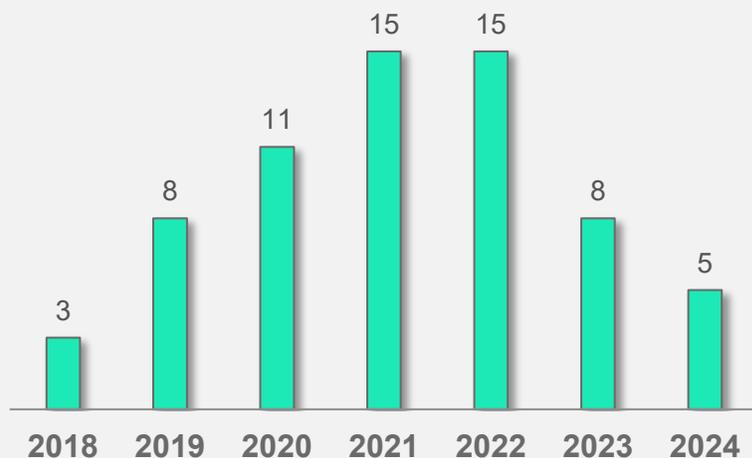
**Les produits finis (polymères, huile de pyrolyse) sont valorisés par des sociétés spécialisés, évitant un renchérissement conséquent du projet (post-traitement)**



## BENCHMARK EUROPEEN | Un accroissement des risques financiers et réglementaires a entraîné un ralentissement du nombre de nouveaux projets depuis 2022

Les projets de recyclage chimique font face à de nombreux risques (technologiques, économiques, sociétaux, ...) qui peuvent freiner leur développement. Malgré une croissance du nombre de projets depuis 2019, le nombre de nouveaux projets en Europe a considérablement ralenti en 2023 (-50% par rapport à 2022). Ce ralentissement est expliqué par les risques auxquels font face les projets de recyclage : **Sia Partners recense plusieurs projets mis en service ayant dû cesser toute activité faute de rentabilité et/ou de fiabilité opérationnelle.** Ces barrières pourraient toutefois être levées par la structuration d'un cadre réglementaire.

### Nombre de nouveaux projets annoncés par année



Après 2 années très dynamiques (2021 et 2022), **le nombre d'annonces de nouveaux projets décroît**, avec 8 projets annoncés en 2023, et 5 projets annoncés à juin 2024. Cela s'explique par de nombreux - nouveaux - facteurs de risques (voir ci-contre)

### Différents risques recensés dans l'implémentation de projets

**Risque technologique**  
 Fiabilité des technologies, multitude de process complexes au sein de la chaîne valeur (amont/ aval)

**Risque économique**  
 Investissements et taux d'intérêt en hausse (inflation), prix du vierge bas

**Risque réglementaire**  
 Avant la PPWR et la SUPD, flou réglementaire sur les orientations à venir

**Risques environnementaux et sociétaux**  
 Impact environnemental et acceptation sociale de plus en plus difficile

**Compétition entre les filières**  
 Plaidoyer du recy. Mécanique pour maintenir un statu quo, volonté UE de réduire l'usage du plastique et favoriser le réemploi

### Arrêts de projets et faillites d'entreprises

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  | Démarrage reporté : étude de faisabilité non concluante et manque d'investissement malgré un soutien de la BEI et de l'agence Suédoise de l'énergie |
|  |  | Suspension des opérations dans le RC  |
|  |  | Retard d'un an annoncé (difficulté à sécuriser les intrants PET triés)  |

# BENCHMARK EUROPEEN | Synthèse préliminaire sur le développement des premiers projets en Europe



## Etat des lieux du RC en Europe

- Les projets de recyclage chimique se développent en Europe : **l'Allemagne et la France se démarquent au regard des capacités annoncées (324 et 230 kt) qui représentent à elles seules plus de la moitié des capacités annoncées.**
- Les pays précurseurs présentent au moins l'une des deux dynamiques : **une collecte très élevée de déchets plastiques** (Allemagne, Pays-Bas, Belgique) **et donc un fort gisement parfois non valorisé par le recyclage mécanique, et/ou un taux de recyclage de plastique très inférieur à la moyenne** (France, Hongrie) que les éco-organismes visent à améliorer en soutenant et finançant des projets innovants.



## Technologies et résines traitées

- **La pyrolyse est la technologie la plus déployée (74 % des capacités)** pour traiter les **déchets plastiques ménagers « post-consommation » et les résidus de déchets polyoléfinés** (PEBD, PP souples). Bien que prometteuses, les technologies de gazéification ne bénéficient pas encore de projets d'envergure en UE.
- La France mise particulièrement sur la **solvolyse, qui représente 200 kt/an de capacités annoncées pour le traitement de déchets PET.**
- En parallèle de ces projets, **un ensemble d'initiatives satellites se développent, à la fois sur la partie gisements** (Source One, Interzero en Allemagne pour le traitement des résidus de collecte sélective) **ou sur le traitement d'huile de pyrolyse** (Neste, Finlande)



## Partenariats

- **La majorité des projets se concrétisent sous forme de partenariats multi-acteurs permettant de « dé-risquer » les projets à travers un apport de savoir-faire** (gestionnaires de déchets, pétrochimistes), **de capital** (metteurs sur le marché) **et de technologie** (développeurs), contrastant ainsi avec les projets de recyclage mécanique, principalement opérés par un acteur unique dans une logique client/fournisseur.



## Dynamique actuelle

- **Malgré une accélération des projets de recyclage chimique entre 2019 et 2022 dans l'UE, ceux-ci ont considérablement ralenti en 2023 (-50% par rapport à 2022) et un niveau similaire en 2024** (5 projets annoncés au S1 2024). Ces nouveaux projets font face à une multitude de risques : financiers (hausse des CAPEX et du coût du crédit), mais également réglementaires, avec l'attente des délibérations européennes concernant la reconnaissance du recyclage chimique dans le mass-balance (SUPD) et du taux de MPR dans les nouveaux produits (PPWR).

# 03. Ecosystème d'acteurs

Les raffineurs et pétrochimistes démontrent un fort intérêt pour le recyclage chimique dans le but de stimuler leur offre tandis que les industriels metteurs sur le marché, sous pression réglementaire, multiplient les partenariats pour sécuriser des volumes.

# ECOSYSTEME | Une filière du recyclage chimique fortement tirée par les producteurs de résines et les metteurs sur le marché pour leurs besoins non couverts par le recyclage mécanique

## (RAPPEL) CYCLE DE VIE DU PLASTIQUE



## INTERETS DES ACTEURS « HISTORIQUES »

- **Verdissement et diversification de leur modèle d'affaires**
- **Sécurisation de sources de carbone « non fossile »**
- + ➤ **Sécurisation du Business Model à long termes** (une amélioration du recyclage pourrait favoriser la production de matières plastiques -> effet rebond)
- **Amélioration des marges** (vente de certificats/premium)
- ➤ **Investissements importants et risques opérationnels forts pour des quantités encore très faibles** (avant 2030)
- **Metteurs sur le marché : fort intérêt pour répondre aux enjeux réglementaires d'incorporation de MPR et argument marketing**
- + ➤ **Production de résines avec de meilleures propriétés physico-chimique** (non-dégradation des chaînes de polymères) limitant de fait l'élimination des déchets (incinération, enfouissement)
- ➤ **Prix d'achat résines recyclées chimiquement encore trop élevé pour adresser le marché de masse** (2 à 3 fois le prix du vierge)
- ➤ **Incertitudes fortes sur la traçabilité des produits mis sur le marché et de leur bilan carbone**
- + ➤ **Rôle clé des gestionnaires de déchets ayant « la main » sur les gisements** (guerre des prix possibles)
- **Diversification des activités** (tri -> sur tri ; recyclage méca + chimique...)
- ➤ **Forte menace pour les recycleurs mécanique de pertes de gisements** (en particulier PET)
- ➤ **Forts investissements à prévoir à la fois pour améliorer la collecte à la source et pour l'adaptation des centres de tri** (pour des quantités limitées et diffuses)

## EXEMPLES

**NESTE**

Raffinerie d'huile de pyrolyse jusqu'à 450kt/an, site de Porvoo, 111m€ d'investissement

**DOW**

Projet pilote (20 kt/an déchets), utilisation de l'huile de pyrolyse par Dow pour du PP et PE

*Cf focus dédié* 🔍

**lyondellbasell**

Unité de recyclage de déchets post-consommation pour produire du LDPE (40kt) avec APK

**TRINSEO**

Usine pilote de dépolymérisation de PS (15kt de déchets)

*Cf focus dédié* 🔍

**Siemer**  
DIE ENTSORGER

Collaboration avec Plastic Energy et Sabc pour approvisionner en déchets plastiques

**suez**

Développement d'une usine Suez/Loop Industries en 2025 (solvolyse)

*Cf focus dédié* 🔍

# ECOSYSTEME | Analyse du positionnement des acteurs (1/3)

**Les acteurs de l'Oil & Gas historiques, producteurs de résines, sont en première ligne pour le développement de projets de recyclage chimique**

Industrie extractive et de première transformation

| Typologie d'acteur et place dans la chaîne de valeur   | Valeur ajoutée  | Exemples d'acteurs engagés dans des démarches RC                                   | Transformations et opportunités à venir au sein de l'écosystème recyclage chimique   | Exemples de réalisations  | Analyse Sia Partners   |
|--|---|--|--|---|--|
| <b>01</b><br><br><b>Raffineurs</b>    | <br><b>Production d'intrants raffinerie</b>      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Production d'huile de pyrolyse à partir de déchets plastiques</li> <li>Raffinerie d'huile de pyrolyse</li> <li>« Verdissement » et « premiumisation » des coupes parapétrolières produites</li> <li>Sécurisation de l'usage d'hydrocarbure à LT (plus de recyclage = débouchés pour les hydrocarbures)</li> </ul> |  <p><b>NESTE</b> Raffinerie d'huile de pyrolyse jusqu'à 450kt/an, site de Porvoo, 111m€ d'investissement</p> <p><b>ExxonMobil</b> Production d'huile de pyrolyse, partenariat avec PlasticEnergy, Le Havre</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modèle mère (raffinerie) – filles (production d'huile de pyrolyse) pertinent</li> <li>Procédé complexe et couteux en investissement pour transformer les installations existantes</li> <li>Les « first-movers » (ex Neste) seront récompensés (sécurisation feedstock) + accompagnement fonds européens)</li> </ul> |
| <b>02</b><br><br><b>Pétrochimiste</b> | <br><b>Formulation de monomères et polymères</b> |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>« Verdissement » et « premiumisation » des résines plastiques produites (pour accompagner les objectifs de production de MPR)</li> <li>Préparer « l'après-fossile »</li> <li>Améliorer la compétitivité du recyclage en adressant de nouveaux marchés (ex : <i>contact-sensitive</i>)</li> </ul>                  |  <p><b>BASF</b> Usine de recyclage de pneus usagés, 4 kt/an huile de pyrolyse avec NewEnergy</p> <p><b>DOW</b> Projet pilote (20 kt/an déchets), utilisation de l'huile de pyrolyse par Dow pour du PP et PE</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rôle central des pétrochimistes dans l'atteinte des objectifs d'incorporation de MPR pour l'ensemble des résines et améliorer la compétitivité du recyclage chimique (meilleure technicité des résines produites via recyclage / économique : compétition avec le vierge)</li> </ul>                                |

**Les raffineurs et les pétrochimistes investissent massivement dans des technologies de pointe en établissant des partenariats stratégiques. Ces acteurs soutiennent également largement la R&D pour bénéficier d'un avantage technologique et diminuer les risques réglementaires à venir, en particulier une éventuelle diminution des quantités de plastiques à mettre sur le marché. L'enjeu d'image et marketing est également important pour ces acteurs comme le fait d'élargir leur gamme de produits plus « verts », en attendant les carburants synthétiques, offrant des marges plus élevées.**

# ECOSYSTEME | Analyse du positionnement des acteurs (2/3)

**Les metteurs sur le marché, sous pression réglementaire, vont stimuler la demande à la fois sur l'amont de la chaîne (résines) et en aval (recyclabilité des produits)**

Industrie de seconde transformation et mise sur le marché

|                                      | Typologie d'acteur et place dans la chaîne de valeur  | Valeur ajoutée  | Exemples d'acteurs engagés dans des démarches RC                                    | Transformations et opportunités à venir au sein de l'écosystème recyclage chimique  | Exemples de réalisations   | Analyse Sia Partners   |
|--------------------------------------|---|---|---|---|--|--|
| Activités (généralement) mutualisées | 04<br><br>Compounders          | <br>Formulation de résines             |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Production de nouvelles résines</li> <li>Développement de produits innovants</li> <li>Diversification des sources de matières premières</li> <li>Vente à prix plus fort (= premium)</li> <li>Compétition entre les différents intrants (vierge / recyclé)</li> </ul>   | <br>Unité de recyclage de déchets post-consommation pour produire du LDPE (40kt) avec APK   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Compounders et plasturgistes sont moins « bénéficiaires » de cette transition vers le recyclage chimique. Néanmoins quelques opportunités dans la formulation de nouveaux types de résines pour un spectre plus large d'applications (alimentarité notamment)</li> <li>Il pourrait bénéficier d'un effet rebond sur la consommation de plastiques : plus de circularité = plus de production de plastiques</li> <li>Les formulations de résines sont dictées par les caractéristiques du produit « aval » et donc se doivent d'être conformes quelle que soit la filière amont</li> </ul> |
|                                      | 05<br><br>Plasturgiste         | <br>Fabrication de produits plastiques |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Transformation de nouvelles résines</li> <li>Sécurisation d'autres matières premières et potentiel avantage concurrentiel</li> <li>Vente à prix plus fort (= premium) et plus de débouchés</li> <li>Compétition entre les différents intrants (vierge / recyclé)</li> </ul>  | <br>Usine pilote de dépolymérisation de PS (15kt de déchets)<br><br>Construction d'une unité de 55kt et 200kt à terme avec Neste |  |
|                                      | 06<br><br>Metteur sur marché | <br>Mise sur le marché des produits  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilité de recycler des matières qui ne l'étaient pas avant (<i>contact-sensitive</i>)</li> <li>Déplacement des usages du plastique vierge vers du plastique recyclé</li> <li>Tendre vers du 100% recyclé pour l'ensemble des emballages mis sur le marché (dans les secteurs premiums par exemple)</li> </ul> | <br>Usine de recyclage de 5kt mixtes de PE, PP, PS avec Plastic Energy<br>Démonstrateur industriel sur les sites Michelin opérationnel en 2021 (50 kt/an à terme de déchets PET post-consommation)                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Conformité avec de nouvelles réglementations qui se profilent</li> <li>Diminution de l'empreinte carbone et respect des engagements RSE</li> <li>Amélioration de l'image de marque et intégration des revendications des parties prenantes</li> <li>Accès à des polymères potentiellement moins chers dans le futur et incitations financières</li> </ul>   |

**Les plasturgistes et compounders sont moins impliqués dans les projets, à l'exception de quelques gros acteurs (Sabic, LyondellBasell et BASF), malgré un avantage concurrentiel évident au vu du positionnement timide sur le recyclage chimique**

# ECOSYSTEME | Analyse du positionnement des acteurs (3/3)

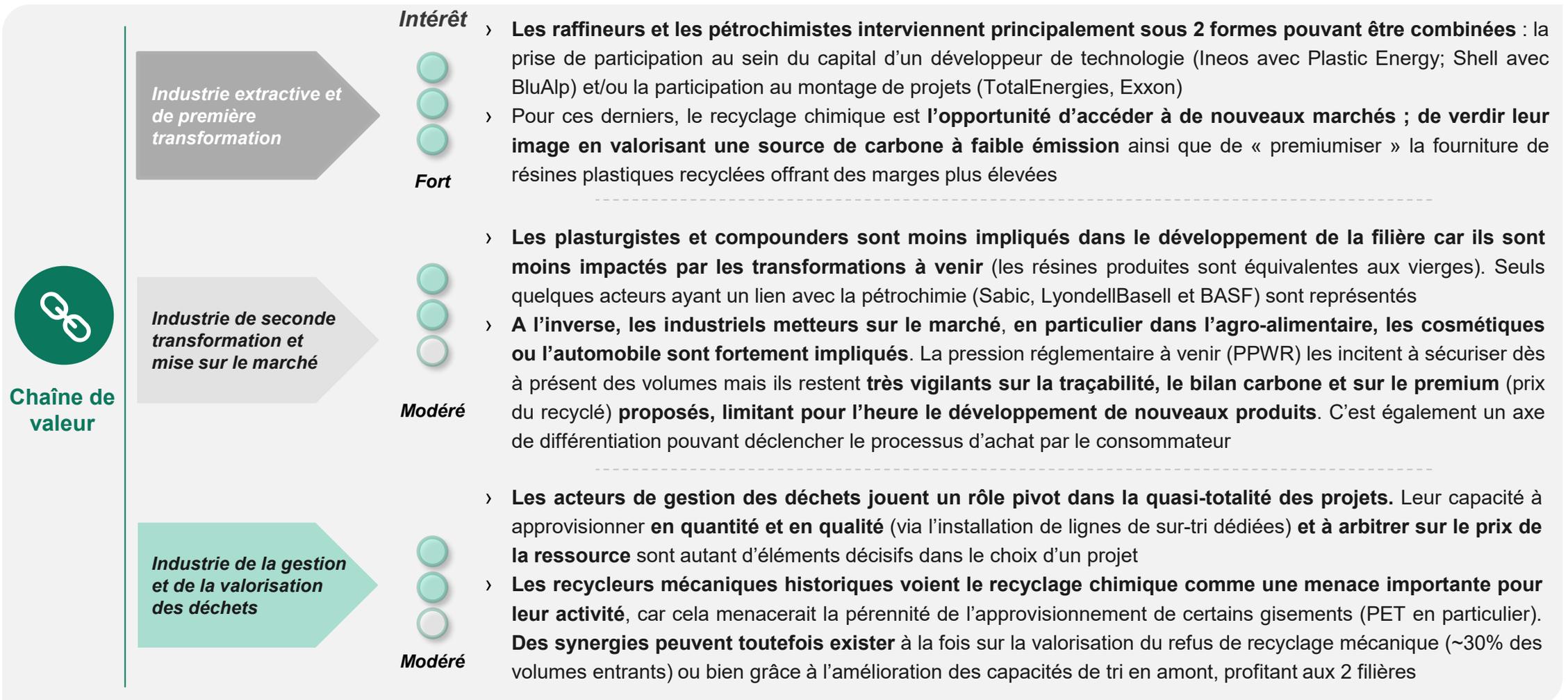
*L'approvisionnement en matières sera la clé pour le développement de projets. Les recycleurs « historiques » anticipent une menace pour leur activité.*

## Industrie de la gestion et de la valorisation des déchets

| Typologie d'acteur et place dans la chaîne de valeur   | Valeur ajoutée   | Exemples d'acteurs engagés dans des démarches RC                                     | Transformations et opportunités à venir au sein de l'écosystème recyclage chimique  | Exemples de réalisations   | Analyse Sia Partners   |
|--|--|--|---|--|--|
| <b>07</b><br><br><b>Gestionnaire déchet (collecte et tri)</b> | <br><b>Gestion, séparation déchet</b>             |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la valeur des déchets (plus de débouchés pour autant de matières = prix qui augmentent)</li> <li>Donne de la valeur à des déchets qui en avaient peu (plastiques colorés, avec additifs...)</li> <li>Nouvelles lignes de tri/sur-tri à développer</li> <li>Diminution des déchets résiduels, hausse de la collecte sélective des plastiques</li> </ul> |  <p>Partenariat Veolia et Nestlé pour diminuer les déchets plastiques et développer des programmes de recyclages<br/>Collaboration avec Plastic Energy et Sabic pour approvisionner en déchets plastiques</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les acteurs de la collecte et du tri ont la main sur les gisements. Cela les rend incontournables dans l'élaboration des projets.</li> <li>Par ailleurs, ils peuvent investir dans de nouvelles capacités de tri-sur tri pour l'alimentation de projets RC et limiter l'enfouissement (coûts évités ++)</li> </ul>  |
| <b>08</b><br><br><b>Recycleurs</b>                            | <br><b>Nouvelles résines</b>                      |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tendre vers une circularité de 100% pour les plastiques usuels</li> <li>Valorisation des pertes du mécanique (~30%) pour le recyclage chimique</li> <li>Diversification pour les acteurs en place</li> <li>Synergie entre recyclage mécanique combiné à du recyclage chimique (chaîne de sur-tri en particulier)</li> </ul>  |  <p>Développement d'une usine Suez/Loop Industries en 2025 (solvolysé)<br/>Partenariat avec Eastman pour le traitement des déchets collectés par Paprec (100 kt – 200 kt à terme)</p>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les recycleurs mécaniques historiques pourraient être les plus menacés par le shift en cours.</li> <li>Une amélioration de la compétitivité de la filière est nécessaire pour ne pas voir leur part de marché diminuée (i.e hausse des MPR par RM dans les nouveaux produits,...)</li> </ul>  |
| <br><b>Autres acteurs</b>                                   | <br><b>Organisation de la filière, lobbying</b> |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Développement du cadre réglementaire et harmonisation des standards</li> <li>Développement/ processus de certification et traçabilité</li> <li>Soutien structurel à la filière et à l'atteinte des objectifs réglementaires (financement, visibilité, mise en réseau)</li> </ul>   |  <p>2021 : Appel d'offres pour la fourniture de gisements (52 kt/an plastiques souples)<br/>Certification des polymères recyclés chimiquement</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les éco-organismes sont plutôt moteurs pour le développement du RC car ils espèrent qu'il permettra d'atteindre plus facilement objectifs nationaux de recyclage</li> <li>Les associations des producteurs de matières plastiques sont également très favorables au RC, vu comme un upside intéressant pour sécuriser et verdier leur business</li> </ul> |

**Les gestionnaires de déchets, par leur emprise sur les gisements de matières seront les acteurs clés du recyclage chimique de demain. Les recycleurs historiques sont les acteurs ayant le plus à perdre de ce shift vers le chimique.**

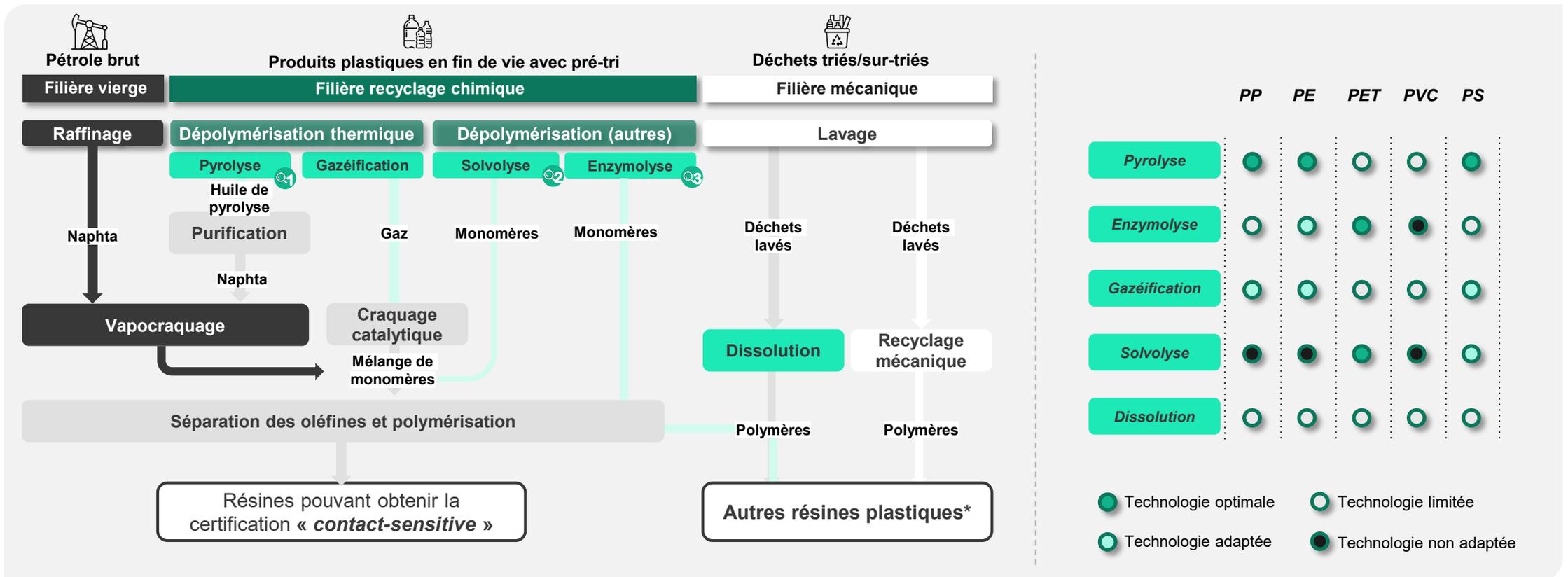
# ECOSYSTEME | Synthèse préliminaire sur le jeu des acteurs de la chaîne de valeur du plastique



# 04. Technology overview

Les procédés de recyclage chimique traiteront les plastiques non-adressés par le recyclage mécanique pour produire des résines aux propriétés physicochimiques supérieures. Néanmoins, le coût élevé et les moindres performances environnementales restent à ce jour des freins au développement.

# TECHNOLOGY OVERVIEW | Un large choix de technologies concernant le recyclage des matières plastiques, drivé par la possibilité de retourner au « *contact-sensitive* »



Cette cartographie simplifiée présente les différentes filières de recyclage et de production de résines plastiques. A date, aucune technologie de recyclage chimique n'est parvenue à obtenir un avantage compétitif par rapport à la production de résines vierges ou au recyclage mécanique. Ces dernières se différencient plutôt par leurs capacités de traitement en entrée (mélange de résines polyoléfiniques, PET colorés,...) et selon le type de molécule recherchée en sortie (monomères vs polymères vs résines) avec un retour ou non au « *contact-sensitive* ».

**Focus**

# TECHNOLOGY OVERVIEW | Présentation de la technologie de pyrolyse

## Pyrolyse

Informations clés

|                   |   |  |   |  |  |   |
|-------------------|---|--|---|--|--|---|
| TRL<br><b>7-8</b> | Intrants traités<br><b>PO, PS, pneus, PMMA (rare)</b> | Besoin pureté matière entrante <sup>1</sup><br><b>90-95%</b> | Contaminants<br><b>PVC, PET, métaux</b> | Usine de <b>70kt/an</b> – mixed plastics waste (PO) – USA <sup>2</sup><br>CAPEX : ~ \$M 100<br>OPEX : ~ \$M 89 (dont intrants = 50%) | Capacité des installations UE                |   |
|                   |   |  |   |  | <b>Projets existants</b><br><b>1-20kt/an</b> | <b>Projets annoncés</b><br><b>30-100kt/an</b> |

Description du procédé

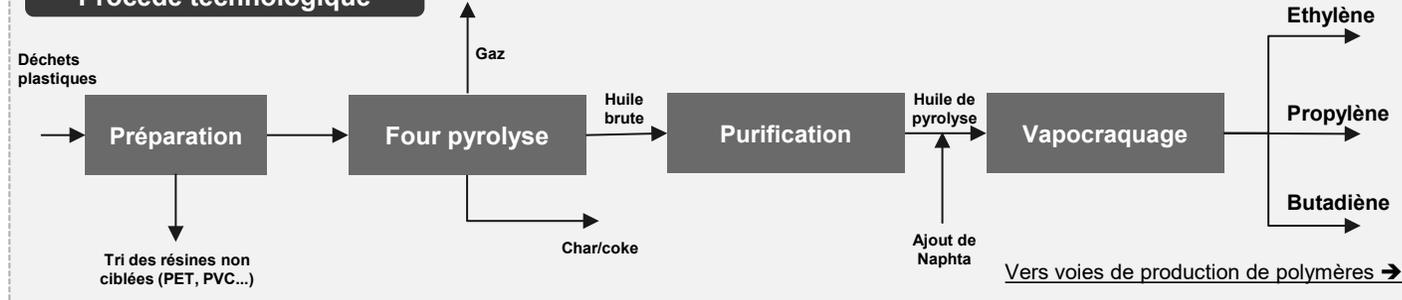
**Principe de fonctionnement**

**Conditions opératoires**

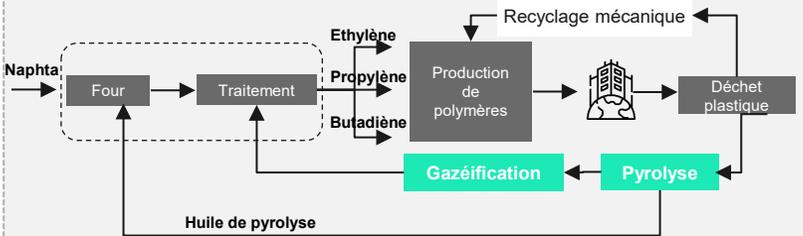
**350-800°C Patm³**

- La pyrolyse est une **décomposition thermique** dans un environnement sans oxygène
- **La pyrolyse produit un mix d'huile, gaz, et char** (dépôt solide) comparables à ceux obtenus par distillation en pétrochimie.
- L'huile de pyrolyse (55 – 80% en masse) peut être ensuite raffinée pour obtenir différentes coupes utilisées par l'industrie chimique, plastique ou pétrochimique. Elle peut également servir de combustible

**Procédé technologique**



**Recyclage chimique des plastiques par dépolymérisation thermique**



- **L'huile de pyrolyse** produite à partir de déchets plastiques entre après hydrotraitement/purification dans le four du vapocraqueur.
- Cette dernière sera le plus souvent diluée avec du naphta « fossile » pour enrichir le mélange en entrée souvent pauvre en composés aromatiques « légers » (chaînes CxHy courte)<sup>4</sup> et permettant d'obtenir des alcènes.
- **Les procédés de gazéification fonctionnent à la manière<sup>5</sup> d'un vapocraqueur.** Après une 1<sup>ère</sup> étape de pyrolyse, l'huile est « gazéifiée » à très haute température pour produire un mix gazeux dont les coupes les plus légères<sup>6</sup> sont réutilisables dans la production de plastiques. Ce procédé étant moins mature (TRL 3-4), il n'existe pas d'installation industrielle aujourd'hui.

Synthèse

- Forces / Opportunités**
- Convenable aux usages alimentaires
  - Traite des flux de déchets avec impuretés
  - En cas de catalyse : le catalyseur permet de baisser les besoins en chaleur et offre une meilleure sélectivité des produits finaux.

- Faiblesses / Menaces**
- Rendement matière (40 à 60% de la masse entrante)
  - Emissions de GES / autres polluants
  - Fragilité du procédé (production de char, tar, blocage)
  - Consommation élevée d'énergie par rapport à d'autres processus de recyclage

**Porteurs de technologie**

**Procédés innovants**  
Gazéification

1 : données confidentielles EPC centre de sur-tri projets recyclage chimique  
 2 : NREL, 2022, Techno-Economic Analysis and Life Cycle Assessment for Pyrolysis of Mixed Waste Plastics  
 3 : hors procédé Mura Technologies qui utilise un réacteur à eau supercritique sous pression (210 bar)  
 4 : A comprehensive experimental investigation of plastic waste pyrolysis oil quality and its dependence on the plastic waste composition  
 5 : verbatim échange avec Bobine Chemistry  
 6 : ethylene, styrene...

Focus

# TECHNOLOGY OVERVIEW | Présentation de la technologie de Solvolyse

## Solvolyse

Informations clés

|                   |   |  |  |  |   |  |
|-------------------|---|--|--|--|---|--|
| TRL<br><b>7-8</b> | Intrants traités<br><b>PET</b> (majorité), PA, PC | Besoin pureté matière entrante <sup>1</sup><br><b>92-95%</b> | Contaminants<br><b>PVC, PO, fibres, métaux</b> | CAPEX :<br>Projet Eastman <sup>2</sup> : 1 000 M€ (100kt)<br>Projet Loop <sup>3</sup> : 450m€ (70kt) | Capacité des installations UE                 |  |
|                   |   |  |  |  | <b>Projets existants</b><br><b>40-60kt/an</b> | <b>Projets annoncés</b><br><b>200-300kt/an</b> |

Description du procédé

### Principe de fonctionnement

**Conditions opératoires**

150-300°C Patm

La **Solvolyse** est un processus chimique de dégradation des polymères impliquant une réaction **entre les liaisons polymériques et un solvant**. Cette réaction, en présence d'un catalyseur, conduit à la formation de monomères qui peuvent par la suite être repolymérisés en résines de hautes qualités. Le solvant est quant à lui recyclé et réinjecté dans le process.

### Solvants utilisés

- Glycolyse - Ethylène Glycol
- Méthanolyse - Méthanol
- Hydrolyse – Eau
- Aminolyse - Amine

### Chaîne de valeur de la solvolyse PET

### Procédé technologique

Synthèse

### Forces / Opportunités

- Production de plastique de qualité alimentaire
- Traitement des résines thermodurcissables et de polymères réticulés
- Processus permettant l'obtention sélective de monomères

### Faiblesses / Menaces

- Conditions opératoires plus drastiques (température et pression élevées) pour les résines plus difficiles à recycler
- Tri des polymères en amont important pour ne pas obtenir des mélanges de monomères
- Etape de purification nécessaire afin d'obtenir des monomères suffisamment propres avant la repolymérisation

### Porteurs de technologie

1: Interview with Pellenc ST  
 2: « Eastman va investir au moins 1 milliard d'euros pour recycler des plastiques en France » l'UsineNouvelle, 2023  
 3 : Suez.com, 2023

**Focus**

# TECHNOLOGY OVERVIEW | Présentation de la technologie Enzymatique

## Recyclage enzymatique

|                   |          |                         |  |              |                |                                     |   |
|-------------------|----------|-------------------------|--|--------------|----------------|-------------------------------------|---|
| Informations clés | TRL      | Intrants traités        | Besoin pureté matière entrante               | Contaminants | CAPEX + OPEX : | Capacité des installations UE       |   |
|                   | <b>7</b> | <b>PET</b> (tous types) | <b>Pas de niveau mini requis<sup>1</sup></b> | <b>Aucun</b> | <b>ND</b>      | Projets existants<br><b>0 kt/an</b> | Projets annoncés<br><b>50 kt/an<sup>2</sup></b> |

### Principe de fonctionnement

**Conditions opératoires**

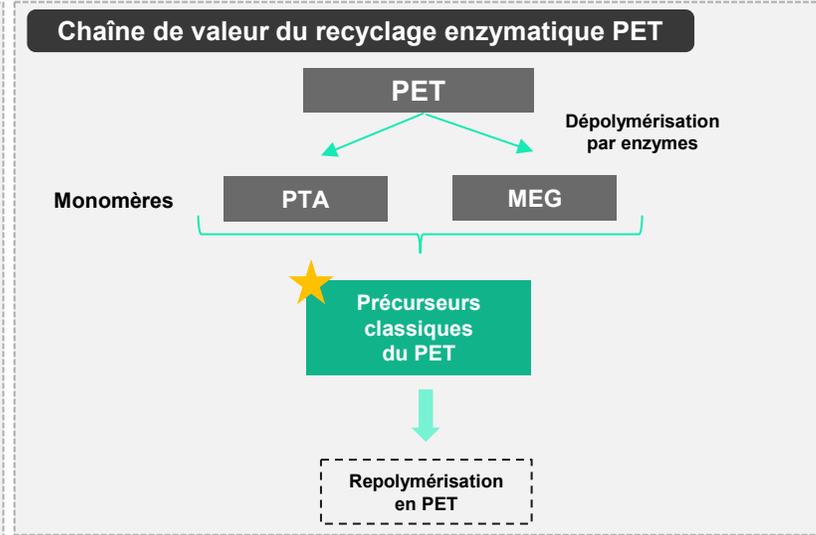
72°C Patm

Le recyclage enzymatique est un processus chimique de dégradation des polymères par rupture des liaisons entre polymères à l'aide d'enzymes. Cette réaction conduit à la formation de monomères qui seront par la suite purifiés avant d'être repolymérisés en résines de hautes qualités. Dans le cas du recyclage chimique du PET, la cutinase est l'enzyme utilisée, après optimisation de son site d'arrimage. Seule la résine (PET) est dégradée par l'enzyme pour être valorisée. Les autres matières sont évacuées en sortie de process.

### Procédé technologique

```

    graph LR
    A[Déchets plastiques triés, nettoyés et broyés] --> B[Dépolymérisation par enzymes]
    B --> C[Filtration]
    C --> D[Séparation des monomères]
    D --> E1[Monomères]
    D --> E2[Polymères non dégradés]
    D --> E3[Hydrolysat, résidus de TFE]
    
```



### Synthèse

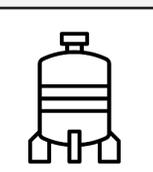
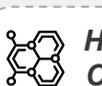
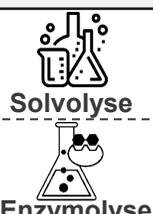
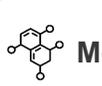
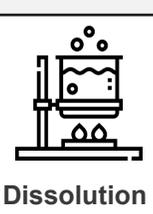
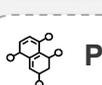
|   |  |
|---|--|
| <p><b>Forces / Opportunités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Retour à la qualité alimentaire et à la transparence</li> <li>Processus sans solvant et à basse température</li> <li>Haute sélectivité des monomères</li> <li>Grand nombre de cycles de recyclage possibles sans altérer la qualité : produits 100% recyclés et recyclables</li> <li>Recyclage textile possible</li> </ul> | <p><b>Faiblesses / Menaces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Coût élevé</li> <li>Technologie non mature (développement avancé uniquement pour le PET)</li> <li>Concurrence avec le recyclage mécanique sur les flux clairs et transparents</li> </ul> |
|---|--|

### Porteurs de technologie

1: mais impact sur le rendement, la taille de l'usine et le cout des déchets ultimes à évacuer

2: Carbios.com

# TECHNOLOGY OVERVIEW | Tableau comparatif des différentes voies de recyclage du plastique

|           | Technologies  | Input  | Output et valorisation   | Avantages   | Inconvénients  | Capacité UE réelle / annoncée |
|-----------|---|--|--|---|--|-------------------------------|
| TRL = 9   |  <p>Recyclage mécanique</p>      |  <p>Tous types de plastiques</p>  |  <p>Pellets</p> <p>Nouveaux produits plastiques (même caractéristiques)</p>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Robustesse, fiabilité</li> <li>Scalabilité des unités (10 à &gt;100 kt/an)</li> <li>Moindre empreinte environnementale (ni solvant, ni chauffage)</li> <li>Prix (comparativement au RC)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tri accru en amont des matières entrantes (pureté &gt;98%)</li> <li>Dégradation de la structure physicochimique des polymères</li> <li>Pas de retour à l'alimentarité ni élimination des colorants/additifs (sauf exception)</li> </ul>   | 12,5 Mt/an                    |
| TRL = 7-8 |  <p>Pyrolyse</p>                 |  <p>PO / PS</p>                   |  <p>High Value Chemicals</p> <p>Autres résines plastiques et/ou combustibles</p>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Taille du marché (PO + PS/PSE représentent environ la moitié des plastiques mis sur le marché)</li> <li>Traitement des flux de déchets avec une plus grande tolérance aux impuretés (&gt;90% de pureté matières)</li> <li>Versatilité (ex : Polyoléfines -&gt; Polystyrène, PP rigide -&gt; PE-HD...)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tri / sur-tri nécessaire à prévoir (moins que le recyclage mécanique)</li> <li>Forte consommation énergétique (chauffage)</li> <li>Faible rendement matière (30 à 40% de pertes en moyenne)</li> <li>Nombreuses étapes intermédiaires post-production (hydrotraitement/purification, vapocraquage...)</li> <li>Emissions de GES / polluants atmosphériques</li> </ul> | 30 – 400 kt/an                |
| TRL = 7-8 |  <p>Solvolyse<br/>Enzymolyse</p> |  <p>PET</p>                       |  <p>Monomères</p> <p>Résines plastiques de la « même famille » (pour tous types d'applications)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Adresse l'ensemble des déchets d'une même famille (y compris colorés, avec additifs, sous différentes formes –fibres textiles...)</li> <li>Sélectivité du processus dans l'obtention de monomères</li> <li>Résine avec de meilleures propriétés physicochimique (vs recyclage mécanique)</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Adresse à ce jour un marché limité (PET), déjà bien recyclé mécaniquement (bouteilles, flux développement...)</li> <li>Tri/ sur-tri des déchets en amont exigeant (tout autre résine peut venir polluer le process)</li> <li>Etapes de purification</li> </ul>  | 200 – 300 kt/an               |
| TRL = 5-7 |  <p>Dissolution</p>             |  <p>Tous types de plastiques</p> |  <p>Polymères</p> <p>Nouveaux produits plastiques (même caractéristiques)</p>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctionne à priori avec tous types de résines</li> <li>Possibilité limitée de retour au contact-sensitif (ex : PureCycle –USA-, Polystyvert – Canada)</li> <li>Résine avec de meilleures propriétés physicochimique (vs recyclage mécanique)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mêmes contraintes de tri/sur-tri matières que le recyclage mécanique pour un procédé plus coûteux (purification ++)</li> <li>Prix élevé (comparativement au recyclage mécanique)</li> <li>Peu de débouchés industrielles (marché à haute valeur ajoutée justifiant le premium)</li> </ul>   | 1 – 15 kt/an                  |

Les procédés de recyclage chimique ont l'avantage de pouvoir traiter les plastiques non-adressés par les voies de recyclage mécanique classiques et de produire des résines de qualité « *contact-sensitif* », avec des propriétés physicochimiques supérieures. Néanmoins, pour ces technologies de recyclage chimique, leurs coûts élevés et leurs moindres performances environnementales restent à ce jour des freins pour leur développement.

# TECHNOLOGY OVERVIEW | Synthèse préliminaire sur les technologies actuelles du recyclage chimique

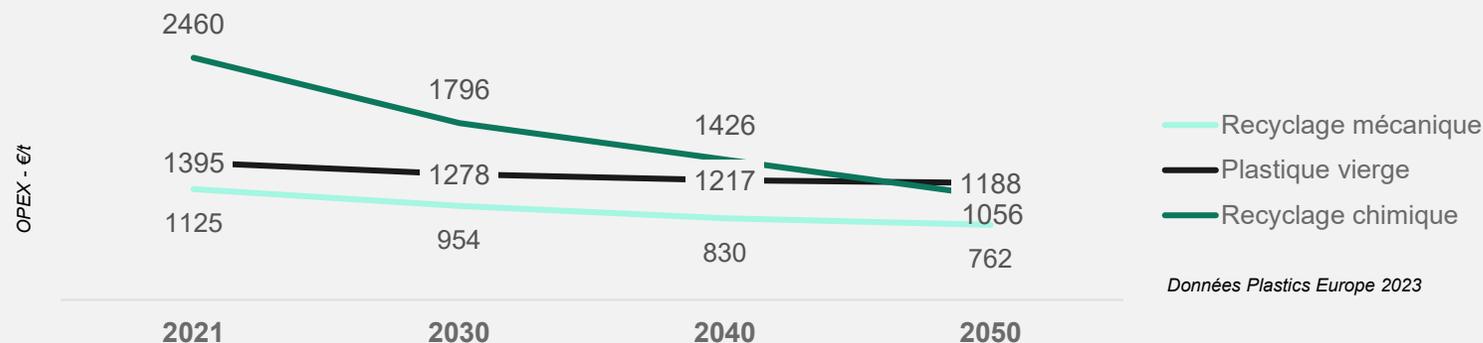


## Atouts

- **Le recyclage chimique et ses différentes filières offrent de nombreux avantages technologiques :**
  - › **Traitement matière réduit en entrée** (besoin de pureté des intrants réduit, diversité des résines, peu de contaminants)
  - › **Qualité des produits finis élevée** (non-dégradation des polymères, retour à l'alimentarité, élimination des polluants éventuels)
  - › **Obtention sélective et versatile de monomères**
  - › Augmentation du **nombre de cycles de recyclage** sans altérer la qualité de la résine

- **Néanmoins, les filières du recyclage chimique doivent encore faire face à un certain nombre de défis :**

- › Aucune des technologies de recyclage chimique n'est aujourd'hui **compétitive sur le plan économique** en comparaison au recyclage mécanique ou à la filière vierge



## Défis à relever

- › Les conditions opératoires de la **solvolyse** et de la **pyrolyse** impliquent un **impact environnemental** important
- › L'utilisation de solvants et d'enzymes produit des **déchets chimiques** pouvant polluer l'air, les sols et l'eau
- › L'ensemble des filières n'ont pas encore atteint la **maturité industrielle**

# 05. Trends 2030-2040

Le développement du recyclage chimique en Europe verra une multiplication par 3,5 d'ici à 2030 des capacités à installer (2,4 Mt/an) et par 13 d'ici 2040 (9,3 Mt/a) dans le but d'atteindre les taux d'incorporations fixés dans la version provisoire de la PPWR.

## TRENDS | Le développement du recyclage chimique sera porté par les réglementations sur le recyclage des emballages et les niveaux d'incorporation de Matières Plastiques Recyclées

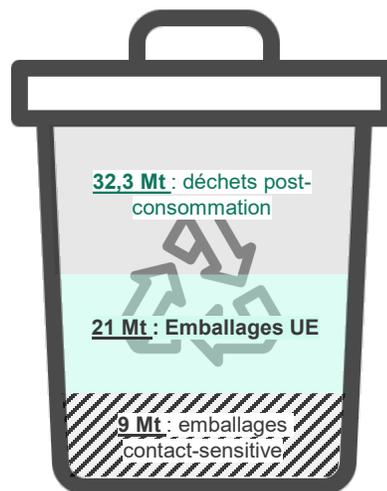
### PPWR : taux d'incorporation de matières plastiques recyclées

Le tableau ci-dessous indique les **taux minimums d'incorporation de plastiques recyclés** pour la fabrication de nouveaux emballages

|  | Règlementation PPWR |      |
|--|---------------------|------|
|  | 2030                | 2040 |
| Contact-sensitive packaging made of PET  | 30%                 | 50%  |
| Contact-sensitive packaging (except PET) | 10%                 | 50%  |
| Single use plastic beverage bottles      | 30%                 | 65%  |
| Others plastic packaging                 | 35%                 | 65%  |

"Contact-sensitive" is packaging for food, animal feed, cosmetics, dangerous goods, medical devices and medicines for human and animals

!/ à noter que ces valeurs ont été validées à l'issu du trilogue européen du 4 mars 2024, **mais leur mise en vigueur est repoussée** le temps de définir des clauses pour l'importation de MPR issues de l'étranger. De plus, ces objectifs pourront être revus à la baisse si l'offre en MPR est jugée insuffisante.



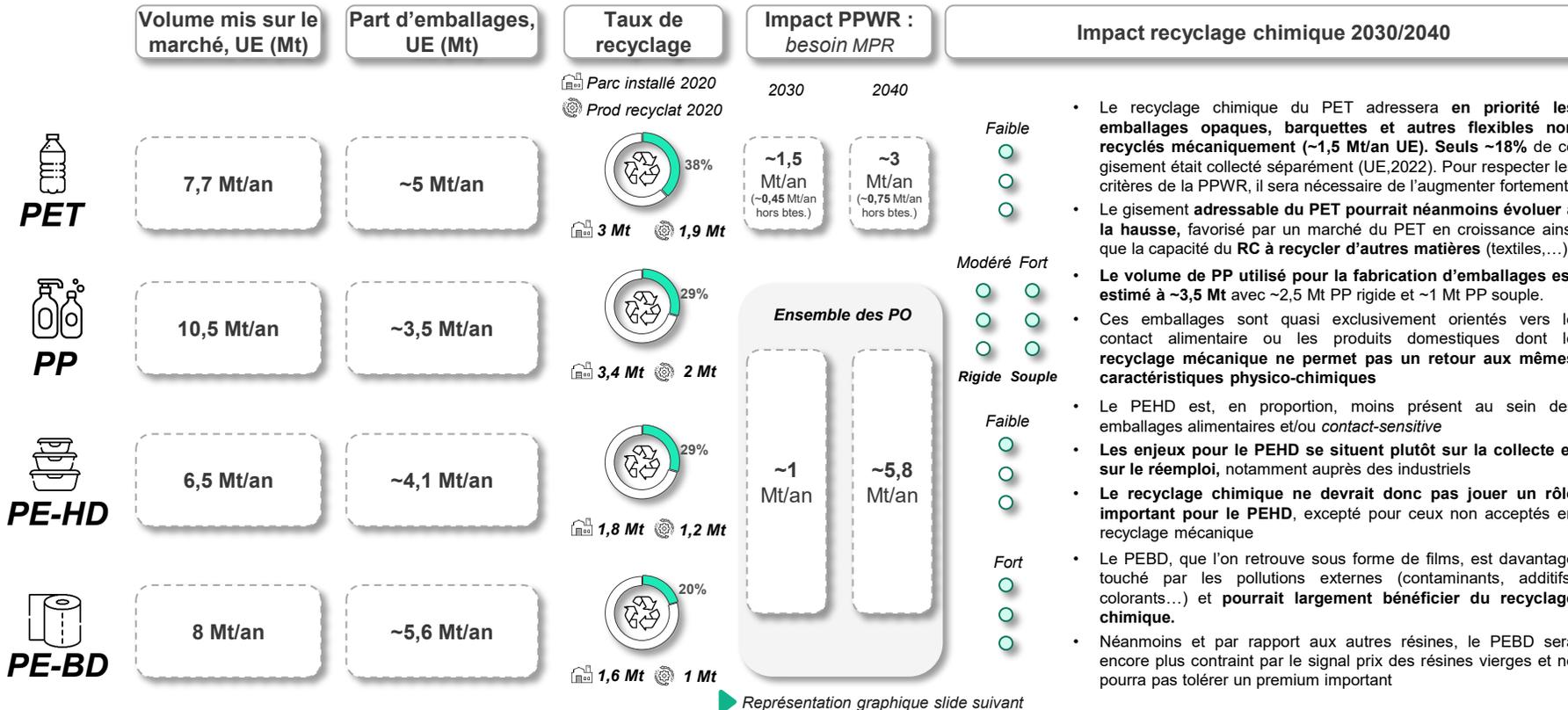
Données Plastics Europe 2022

### Hypothèses et implications pour les capacités de recyclage

- La traduction directe de ces seuils avec les données de mise sur le marché d'emballages plastiques **indique les quantités minimales à incorporer dans la fabrication de nouveaux produits**
- La production d'emballages plastiques, toutes résines confondues s'élève à **21 Mt en 2022**.
- La production **de nouveaux emballages plastiques est considérée stable sur la période 2022 – 2040**. En effet, les réglementations (éco-conception, production de plastique vierge) **s'équilibreraient entre elles**.
- En revanche, **la production de déchets plastiques « post-consommation »** devrait suivre une **hausse tendancielle** (CAGR : +3,2%), portée par des secteurs **comme l'automobile ou la construction**.
- La part d'emballages dit « contact-sensitive », soumis à des critères assouplis d'incorporation de MPR** (cf ci-contre), se décompose de la manière suivante et est supposé stable sur la période :
  - Food grade : ~4 Mt
  - Autres contact-sensitive : ~5 Mt

Le développement du recyclage chimique sera porté par au moins 2 mesures réglementaires fortes : l'obligation pour les pays européens de **recycler 55% des emballages d'ici à 2030** (directive 94/62/CE ) et l'accord provisoire obtenu entre le Conseil et le Parlement sur la nouvelle réglementation **Packaging and Packaging Waste (PPWR)**, qui impose un taux d'incorporation minimum au sein des nouveaux emballages en plastique mis sur le marché.

# TRENDS | Le recyclage chimique adressera principalement les résines Polyoléfines et le PET et fournira entre 1,5 Mt et 6,5 de MPR pour 2030 et 2040 respectivement



**Non retenu pour l'analyse prospective**

**PVC** 11% 6 Mt/an

- Peu de déchet post-consumer (durée de vie longue des produits PVC).
- Pas de projet industriel de recyclage chimique traitant des déchets PVC référencé à date
- Présence de l'élément chlore agissant comme un poison dans les différents process actuels (pyrolyse notamment)

**PS-PSE** 5% 3 Mt/an

- Volume mis sur le marché faible (3 Mt/an) malgré une proportion élevée de contact-sensible (barquettes, pots de yaourts, transport de denrée alimentaire...)
- Gisements diffus et difficile à collecter/trier se retrouvant le plus souvent en mélange (emballage alimentaire)
- Prix de reprise élevé / cout élevé des gisements (~400€/t)

-> Sia Partners a répertorié XX projets dans la partie benchmark (pXX)

**Autres** 25% 14,8 Mt/an

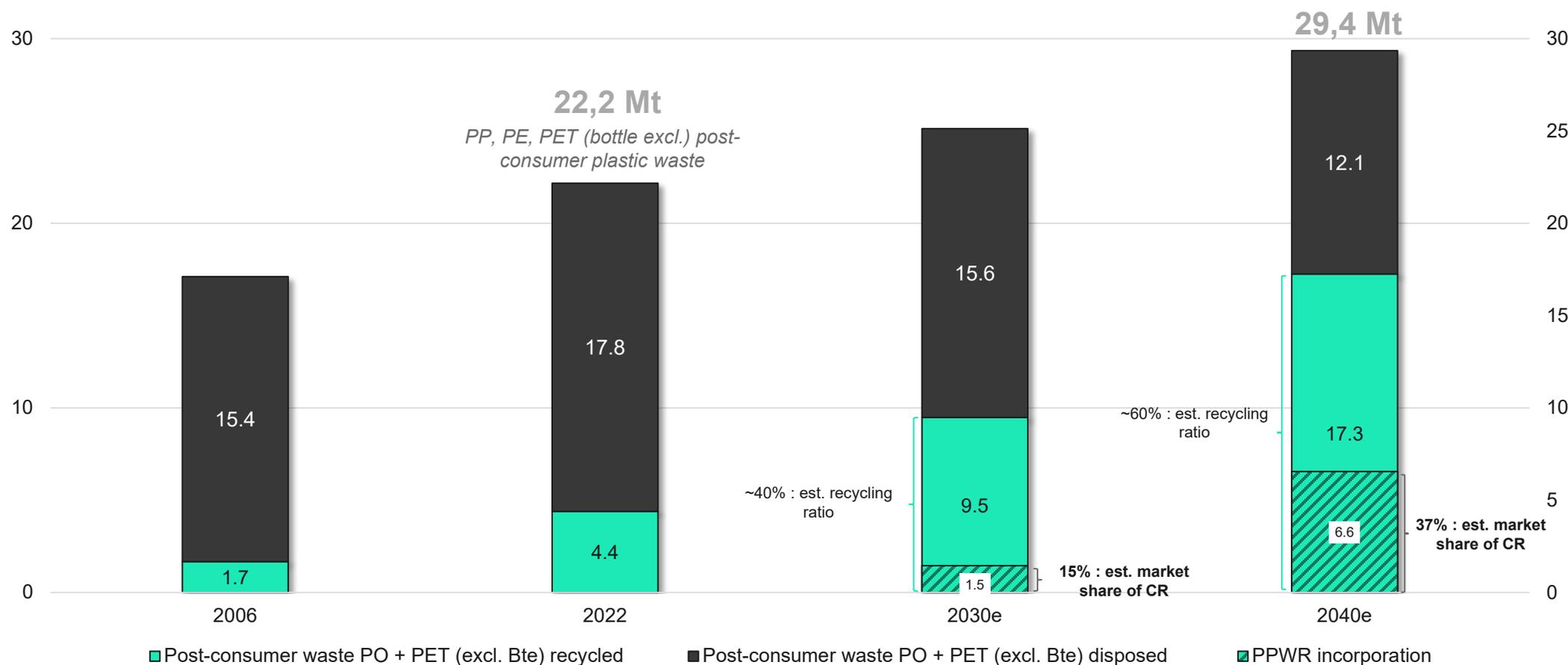
Thermoplastique  
Plastiques techniques...

Gisement diffus, complexe et très faiblement composé de déchets « post-consommation » faisant l'objet de lois strictes de recyclage

Parmi les différentes résines plastiques mises sur le marché, **les polyoléfines (PP et PE) et le PET composent 90% du poids des emballages, 70% des déchets post-consommation et la majorité du marché « contact-sensible »** (hors PS/PSE et résines techniques issues du cosmétique). Les déchets plastiques composés de PE et PP souples ainsi que de PET colorés, actuellement peu ou non-adressés par le recyclage mécanique seront des cibles de choix pour le recyclage chimique. Ceux en PP rigide, PEHD et PET bouteille continueront d'alimenter la filière mécanique.

## TRENDS | 37% de part de marché attendue pour le recyclage chimique en 2040, porté par la demande de MPR « contact-sensible », non adressable par le recyclage mécanique

La production de MPR « contact-sensible » pour les résines PolyOléfines et PET (hors bouteilles) se fera **dans un contexte d'augmentation tendancielle de la production de déchets plastiques post-consumer** (principalement issu du renouvellement du parc automobile et de la (dé)construction) **et de l'objectif européen de recycler 55% des emballages à 2030.**

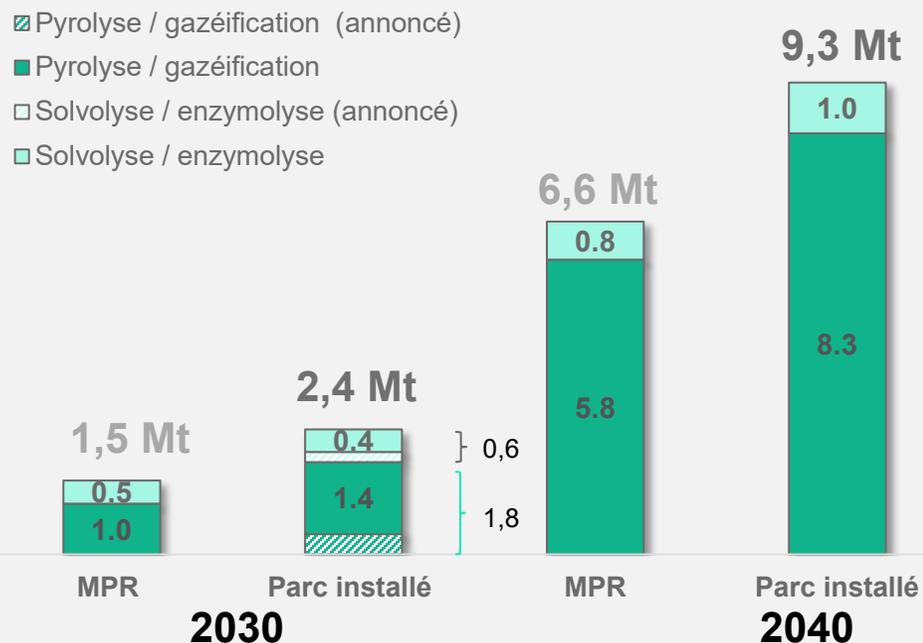




Focus

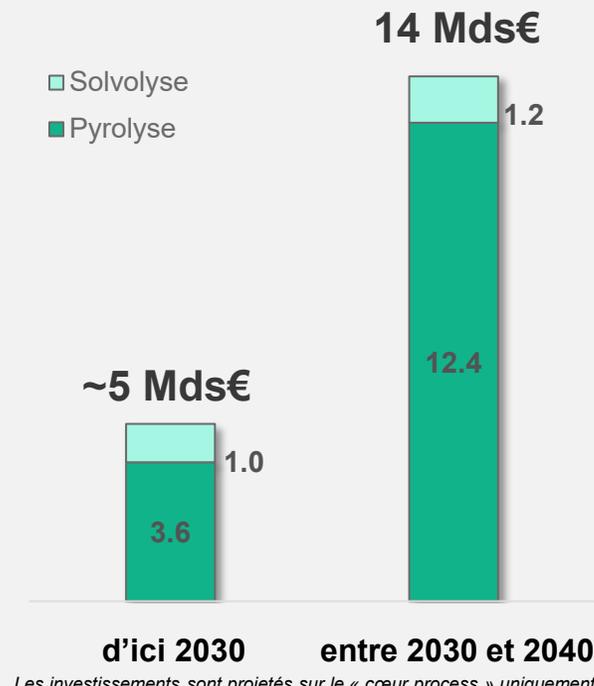
## TRENDS | Le marché du recyclage chimique serait compris entre 9 et 15 Mds€ en 2040 pour une production estimée de ~6,6 Mt de Matières Plastiques Recyclées

### Besoin en MPR et capacités projetées (Mt/an)



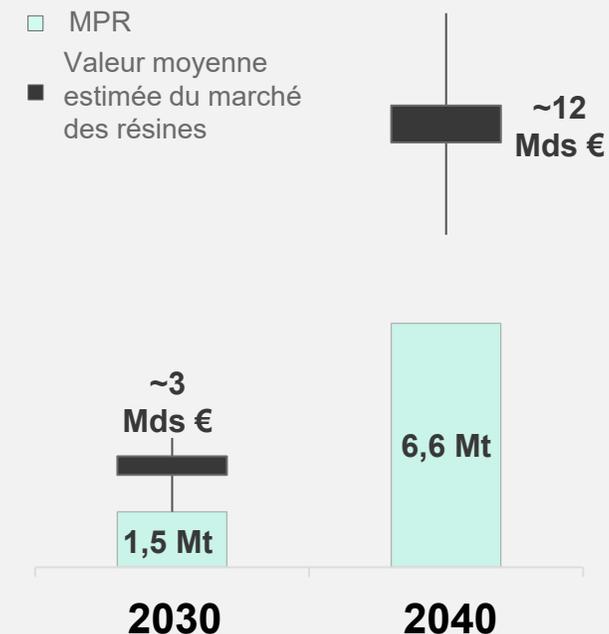
Analyse Sia Partners d'après rendement estimé auprès des industriels pour Solvolyse / Pyrolyse

### Investissements cumulés (Mds €)



Analyse Sia Partners d'après coûts inves. recensés 1ers projets industriels

### Marché estimé UE (Mds €)



Analyse Sia Partners d'après valeur marché résines issues du RC

D'ici à 2030, pour atteindre les objectifs de recyclage des emballages et de taux d'incorporation de MPR définis à l'échelle européenne, **le parc à installer d'usine de recyclage chimique serait estimé à 2,4 Mt/an**, représentant **un investissement** (partie « core-process » uniquement) **de 5 Mds€**. Pour 2040, porté par un fort besoin coté résine PO (PP, PE), **le parc installé atteindrait 9,3 Mt** pour des investissements cumulés **de 14 mds€**. En comparaison, sur l'année 2021, année forte du développement des capacités de recyclage mécanique, 1,75 mds € ont été investis selon *Plastics Recyclers Europe*

# Convictions Sia Partners sur la valorisation des déchets plastiques

- La pression exercée par le prix modérément bas du baril de pétrole au cours des 20 dernières années n'a pas permis **de rendre les filières de recyclage compétitives par nature**
- **Seule la réglementation, à travers la fixation d'un taux de recyclage plus ambitieux** au niveau européen **et la hausse des taxes** (ex : TGAP en France), a permis de financer les infrastructures critiques et d'amorcer la réduction de l'enfouissement
- En Europe, les réglementations à venir, **en particulier la fixation d'un taux d'incorporation minimum de matières plastiques recyclées sur l'ensemble des emballages** (PPWR), doivent permettre une augmentation significative des capacités de recyclage (hors bouteilles en PET)
- Au regard de la faible liquidité du marché et des capacités des usines nécessaires (>40 kt/an) pour rentabiliser l'investissement, **la sécurisation des approvisionnements auprès des gestionnaires de déchets sera le facteur clé du succès de ces nouvelles unités**
- Ces tensions d'approvisionnement seront exacerbées **par le besoin de pureté matière des installations de recyclage chimique proche des standards du mécanique** (>92 à 95%), renforçant la compétition entre les deux filières de recyclage
- L'établissement d'une réelle filière de recyclage chimique passera par :
  1. **Un meilleur tri à la source** des gisements industriels afin d'éviter les mélanges, rendant difficile l'obtention d'un niveau de pureté élevé
  2. **Dans le cas des déchets en mélange, l'amélioration des capacités de tri des unités existantes**
  3. **Un soutien important des éco-organismes**
- **Deux incertitudes fortes demeurent**
  1. **le prix des MPR produites par le recyclage chimique** (estimé à 2 à 3 fois le prix de la matière vierge) affectant les débouchés potentiels auprès des metteurs sur le marché
  2. **la concurrence des filières de valorisation énergétique (CSR et incinération)** qui affiche une croissance similaire au recyclage et ont été fortement plébiscitées lors de la crise énergétique
- **En termes de traçabilité**, l'agrément ISCC + souvent mis en avant par les porteurs de projet ne garantit pas une circularité à 100% des polymères produits, et la réglementation du *mass-balance* qui se dessine au niveau européen (approche « *fuel exempt* ») ne satisfait pas l'ensemble des parties prenantes



## Contacts



**Charlotte DE LORGERIL**  
Partner Energy & Environment  
charlotte.delorgeril@sia-partners.com



**Mathieu MOREL**  
Associate Manager Energy & Environment  
mathieu.morel@sia-partners.com

## Authors



**Emma GILLIOT**  
Consultante Energy & Environment  
emma.gilliot@sia-partners.com



**Bérangère DE BOISGROLLIER**  
Consultante Energy & Environment  
berangre.deboisgrollier@sia-partners.com



**Ondine CARRON**  
Consultante Energy & Environment  
ondine.carron@sia-partners.com



**Jérémy GODAT**  
Consultant Energy & Environment  
jeremy.godat@sia-partners.com

# Glossaire

**Contact-sensitive** : emballages en contact avec les aliments, les fournitures médicales et les produits cosmétiques

**Dépolymérisation** : conversion d'un polymère en son ou ses monomères, ou d'un polymère de masse moléculaire inférieure

**Dissolution** : procédé de purification du polymère par sa dissolution dans un solvant, permettant de le récupérer sous forme pure sans modifier sa nature chimique

**Feedstock** : matière première ou matériau constituant le principal intrant d'un processus de production industrielle

**Fuel-exempt** : calcul du Mass balance exonérant l'utilisation de combustibles en énergie et de coproduits comme combustibles lors du processus de recyclage

**Gazéification** : procédé par lequel des déchets polymères sont chauffés pour produire du gaz de synthèse, pouvant être converti à nouveau en polymères

**Mass Balance** : concept clé de la certification ISCC+ attribuant des quantités spécifiques de matières premières certifiées et de produits recyclés à chaque étape

**Monomère** : molécule ayant la capacité de se lier chimiquement avec d'autres monomères pour former un polymère

**MPR** : matière première de recyclage ou matière première recyclée

**PPWR** (Packaging and Packaging Waste Regulation) : loi européenne visant à réduire les déchets d'emballages et favoriser le recyclage au sein de l'UE

**Pyrolyse de plastique** : procédé chimique consistant à chauffer le plastique en l'absence d'oxygène pour les convertir en hydrocarbures ou en huile de pyrolyse

**Recyclage chimique (RC)** : procédé de recyclage permettant de reconverter les plastiques en substances chimiques en modifiant leur structure chimique

**Recyclage mécanique (RM)** : procédé de recyclage traditionnel permettant de broyer le plastique usagé afin d'en recréer de nouveaux produits

**REP** (Responsabilité élargie du producteur) : dispositif rendant les producteurs responsables de la gestion des déchets issus de leurs produits

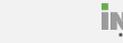
**Solvolyse** : procédé permettant de diviser les déchets plastiques en composant monomères par le recours à des solvants chimiques (glycose, méthanolyse...etc.)

**SUPD** (Single-Use Plastics Directive) : directive européenne imposant des restrictions et des exigences sur les produits en plastique à usage unique

**TGAP** (Taxe générale sur les activités polluantes) : taxe instituée par la loi finance de 1999, due par les producteurs ou importateurs de produits polluants

# Annexes

# EUROPEAN BENCHMARK | Détails des projets opérationnels

| Acteurs   | Localisation                | Capacité annuelle                 | Résines / déchets traités       | Année de mise en service         |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <b>A C</b>   | Séville et Almeria, Espagne | 5kt                               | PE, PP, PS                      | 2015 (Almeria) et 2017 (Séville) |
| <b>E</b>   | Damazan, France             | 13kt                              | PET post-consommation           | 2023                             |
| <b>F</b>    | Le Havre, France            | 25kt, ambition d'atteindre 33kt   | PE, PP, PS                      | 2023                             |
| <b>L</b>   | Dillingen, Allemagne        | 5kt                               | Pneus usagés                    | 2022                             |
| <b>O</b>    | Skive, Danemark             | 20kt                              | Emballages ménagers             | 2024                             |
| <b>Q</b>   LyondellBasell  | Merseburg, Allemagne        | 40kt                              | PE, PP, PS.                     | 2024                             |
| <b>T</b>   | Litvinov, Tchéquie          | 1kt                               | PE, PP, PS.                     | 2020                             |
| <b>U</b>    | Slovaquie                   | 40kt                              | Emballages ménagers             | 2023                             |
| <b>X</b>  | Budapest, Hongrie           | 40kt                              | Emballages ménagers             | 2023                             |
| <b>Y</b>    | Budapest, Hongrie           | 10kt pneus, produisant 4kt huiles | Pneus usagés                    | 2018                             |
| <b>AB</b>  (Renasci)   | Oostende, Belgique          | 20kt                              | Déchets en mélange              | 2020                             |
| <b>AC</b>     | Anvers, Belgique            | 7kt                               | PS (pots de yaourt)             | 2024                             |
| <b>AF</b>     | Anvers, Belgique            | 26kt                              | PS (pots de yaourt, barquettes) | 2024                             |
| <b>AH</b>    | Tessengerlo, Belgique       | 15kt                              | PS                              | 2023                             |
| <b>AJ</b>   | Terneuzen, Pays-Bas         |                                   | PC                              | 2023                             |
| <b>AK</b>    | Geleen, Pays-Bas            | 10kt, objectif d'atteindre 100kt  | PET                             | 2019                             |
| <b>AL</b>     | Geleen, Pays-Bas            | 20kt                              | Mix plastique post-consommation | 2021                             |
| <b>AN</b>  (Covestro)  | Leverkusen, Allemagne       |                                   | PC                              | 2023                             |
| <b>AO</b>     | Ennigerloh, Allemagne       | 2,5kt                             | Déchets plastiques en mélange   | 2020                             |

# EUROPEAN BENCHMARK | Détails des projets futurs (1/2)

| Acteurs   | Localisation                     | Capacité annuelle                 | Résines / déchets traités        | Année prévisionnelle                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| <b>B</b> PLASTIC ENERGY, TotalEnergies          | Séville, Espagne                 | 33kt                              | PE, PP, PS                       | 2025                                 |
| <b>D</b> EASTMAN, PAPREC                        | Port-Jérôme-sur-Seine, France    | 100kt, objectif d'atteindre 200kt | PET                              | 2026                                 |
| <b>G</b> INEOS STYROLUTION, TRINSEO             | Wingles, France                  | 15kt                              | PS                               | 2025                                 |
| <b>H</b> CARBIOS, MICHELIN                      | Clermont-Ferrand, France         | 50kt                              | PET coloré et opaque             | 2025                                 |
| <b>I</b> PLASTIC ENERGY, TotalEnergies          | Grandpuits, France               | 15kt                              | PE, PP, PS                       | 2025                                 |
| <b>J</b> CARBIOS, INDORAMA VENTURES             | Longlaville, France              | 50kt                              | PET                              | 2025                                 |
| <b>K</b> loop INDUSTRIES, suiez, SK geo centric | Saint-Avold, France              | Objectif de 70kt                  | PET                              | 2025                                 |
| <b>M</b> BOREALIS, STENA RECYCLING              | Stenungsund, Suède               | NA                                | Polyoléfines                     | En attente                           |
| <b>N</b> ARCUS, BASF, SABIC                     | Francfort, Allemagne             | 4kt                               | Déchets plastiques en mélange    | N.A.                                 |
| <b>P</b> TRINSEO                                | Rho, Italie                      | NA                                | PMMA                             | 2024                                 |
| <b>R</b> versalis & SRS                         | Mantua, Italie                   | 6kt                               | Plastiques en mélange            | 2024                                 |
| <b>S</b> OMV                                    | Schwechat, Autriche              | 16kt                              | PE, PP, PS                       | 2026                                 |
| <b>V</b> versalis, NEXTCHEM                     | Taranto, Italie                  | 6kt                               | Plastiques ménagers en mélange   | Etude de faisabilité en cours (2023) |
| <b>W</b> versalis                               | Brindisi & Priolo-Ragusa, Italie | 6kt                               | N.A.                             | 2025                                 |
| <b>Z</b> LAMOR, RESICLO, Shell                  | Porvoo, Finlande                 | 10kt, objectif d'atteindre 40kt   | N.A.                             | 2026                                 |
| <b>AA</b> Ravago, NESTE, Alterra                | Vlissingen, Pays-Bas             | 55kt                              | Déchets d'emballages plastique   | N.A.                                 |
| <b>AD</b> PLASTIC ENERGY, SABIC                 | Geleen, Pays-Bas                 | 20kt                              | PE, PP, PS                       | Lancement à venir (2023)             |
| <b>AE</b> Dow, fuenix                           | Eindhoven, Pays-Bas              | 20kt                              | Au moins 90% polyoléfines        | 2025                                 |
| <b>AG</b> ITERO                                 | Geleen, Pays-Bas                 | 27kt                              | Déchets plastiques en mélange    | 2025                                 |
| <b>AI</b> HEATHLAND, TRINSEO                    | Utrecht, Pays-Bas                | N.A.                              | PMMA, PC, ABS, PS                | Heathland acquis par Trinseo (2022)  |
| <b>AM</b> LYB LyondellBasell                    | Wesseling, Allemagne             | 50kt                              | Emballages multicouches / mixtes | 2025                                 |
| <b>AP</b> INEOS STYROLUTION, PLASTIC ENERGY     | Cologne, Allemagne               | 100kt                             | PE, PP, PS                       | 2026                                 |
| <b>AQ</b> carboliq                              | Cologne, Allemagne               | 10kt                              | Films complexes multicouches     | 2025                                 |

## EUROPEAN BENCHMARK | Détails des projets futurs (2/2)

| Acteurs |   | Localisation                    | Capacité annuelle     | Résines / déchets traités    | Année prévisionnelle |
|---------|---|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|
| AR      |   | Teesside, Angleterre            | 20kt (60 kt à terme)  | Plastiques post-consommation | 2024                 |
| AT      |    | Gand, Belgique                  | 80kt (160 kt à terme) | N/A                          | 2025                 |
| AS      |   | N/A, Allemagne                  | N/A                   | N/A                          | N/A                  |
| AU      |   | Pettoranello del Molise, Italie | 20 kt                 | Plastiques en mélange        | 2026                 |
| AV      |   | Böhlen, Allemagne               | 120kt                 | Plastiques post-consommation | 2025                 |

# SIAPARTNERS

Pionnier du *Consulting 4.0*, Sia Partners réinvente le métier du conseil et apporte un regard innovant et des résultats concrets à ses clients. Nous avons développé des solutions basées sur l'Intelligence Artificielle et le design pour augmenter l'impact de nos missions de conseil. Notre présence globale et notre expertise dans plus de 30 secteurs et services nous permettent d'accompagner nos clients dans le monde entier.

À travers notre démarche "*Consulting for Good*", nous mettons notre expertise au service des objectifs RSE de nos clients et faisons du développement durable un levier de performance pour nos clients.

Suivez-nous sur **LinkedIn** et **Twitter @SiaPartners**

Pour plus d'informations :

[sia-partners.com](https://sia-partners.com)

\*Sia Partners Panama, une société membre du groupe Sia Partners

Abou Dabi  
Amsterdam  
Baltimore  
Bruxelles  
Casablanca  
Charlotte  
Chicago  
Denver  
Doha  
Dubai  
Dublin  
Édimbourg  
Francfort  
Hambourg  
Hong Kong  
Houston  
Londres  
Luxembourg  
Lyon  
Milan  
Montréal  
New York  
Panama\*  
Paris  
Riyad  
Rome  
San Francisco  
Seattle  
Singapour  
Tokyo  
Toronto

