

DOMAINE INDUSTRIE

RECYCLAGE CHIMIQUE DES PLASTIQUES

Développer des solutions technologiques chimiques (bio-chimique, électro-chimique, thermo-chimique) pour contribuer à l'économie circulaire des plastiques

01

Alors que la France est en retard dans ses objectifs de recyclage, le recyclage chimique des plastiques constitue un moyen de répondre aux besoins de l'économie circulaire

Avec un taux de recyclage d'emballages plastiques de seulement 29 % en 2021, la France est loin de pouvoir atteindre son objectif de 100 % d'emballages recyclés d'ici 2025. Les 71% de déchets restant sont envoyés en décharge ou incinérés, souvent pour produire de l'énergie. Le gisement de matières à recycler de manière chimique est donc théoriquement très important, bien que les technologies de recyclage chimique n'acceptent pas tous types de plastiques.

Le recyclage chimique permet de recycler des déchets difficilement recyclables par voie mécanique (plastiques opaque-mélangés, films plastiques,...).

L'écosystème du recyclage chimique est naissant, composé de grands groupes récemment positionnés sur le marché français et de start-ups à fort potentiel.

02

Si la France est bien positionnée, avec une activité de recherche dynamique, le passage à l'échelle du recyclage chimique est l'enjeu des prochaines années

La France se positionne à la deuxième place, après l'Allemagne, des pays européens en matière de recherche sur les plastiques.

Ces efforts de R&D doivent néanmoins être concrétisés à un stade industriel. Les technologies actuelles sont aujourd'hui encore peu matures et les économies d'échelle limitées du fait du déficit de tri et de collecte des déchets.

Des projets d'envergure, dont l'une des plus grosses usines au monde (Eastman), sont en cours de déploiement en France. Cela tient à la forte attractivité de la France (Choose France 2022) et à l'important soutien politique affiché pour le recyclage chimique dans le cadre de France 2030 (300 M€ investis).

03

Si le recyclage chimique doit encore faire ses preuves, le manque de filières de tri et de collecte efficaces et une reconnaissance du recyclage chimique du plastique constituent des freins à son déploiement

L'accès au gisement de matières pour le recyclage chimique est clé. Si le sujet ne pose pas de difficulté aujourd'hui dans la mesure où le recyclage chimique est très peu développé, la sécurisation de matières à recycler est nécessaire pour un passage à l'échelle.

Le gisement doit être correctement trié et décontaminé autant que faire se peut pour être compatible avec les technologies de recyclage chimique.

Certains types de déchets échappent à la collecte et au tri en particulier les textiles, qui représentent une quantité de plastique non négligeable.

04

Le développement de nouvelles filières de tri, la modernisation des centres et une adaptation réglementaire sont clés pour un passage à l'échelle d'ici à 2025

Développer des filières spécifiques pour aller chercher de nouveaux gisements, notamment dans les domaines du textile et de l'industrie, et mobiliser les investissements associés.

Améliorer le tri en modernisant les centres et en optimisant leur organisation : modernisation (robotisation, intelligence artificielle), organisation (capturer le gisement à la source, faire du tri aussi proche de la source que possible (plus de poubelles à la maison, lieux de dépôts).

Reconnaître le recyclage chimique comme un moyen d'atteindre nos objectifs de recyclage.

ALORS QUE LA FRANCE EST EN RETARD DANS SES OBJECTIFS DE RECYCLAGE, LE RECYCLAGE CHIMIQUE DES PLASTIQUES CONSTITUE UN MOYEN DE RÉPONDRE AUX BESOINS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Périmètre technologique

Le **recyclage chimique** permet de recycler des déchets **difficilement recyclables par voie mécanique** et d'obtenir, en théorie, des meilleurs **niveaux de qualité des matières recyclées**, qui peuvent potentiellement être utilisées au contact des aliments.

Il existe plusieurs technologies de recyclage chimique qui permettent de remonter la chaîne de valeur des polymères :

- **La conversion** : elle vise à traiter les plastiques par la chaleur (**pyrolyse - procédé le plus répandu**) pour les transformer en composés chimiques de base utilisés dans la plasturgie
- **la dépolymérisation** : rupture des liaisons chimiques des polymères qui reviennent à l'état de monomère (grâce à l'utilisation d'alcool, comme le méthanol ou le glycol, voire d'enzymes)
- **la dissolution** : elle consiste à dissoudre une matière plastique dans un solvant spécifique puis à filtrer le mélange et le « nettoyer » pour obtenir une matière purifiée

Technologie	Plastiques ciblés	Maturité
Dissolution	PVC, PP	TRL 6-8
Dépolymérisation	PET, (bouteilles, barquettes, textiles)	TRL 4-8
Conversion (pyrolyse)	PE, PP, PS (détergents, films plastiques)	TRL 8-9

ETAT DES LIEUX

- **Etat des lieux** : avec un taux de recyclage, à 99% mécanique, des emballages plastiques ménagers de 29 % (versus 42 % en Europe, dont 50 % en Allemagne et 51 % en Espagne), **la France est loin de pouvoir atteindre son objectif de 100 % d'emballages ménagers recyclés d'ici 2025.**

- Le recyclage mécanique ne peut pas recycler tous les déchets plastiques, en particulier les plastiques constitués de mélanges chimiques. **Le recyclage chimique est destiné aux déchets plastiques difficiles ou impossibles à recycler mécaniquement, qui vont en décharge.** Par conséquent, le recyclage chimique apparaît comme un moyen essentiel pour atteindre les objectifs fixés en évitant l'incinération. La pyrolyse peut abattre 2,7 tonnes de CO2 par tonne de déchets plastiques par rapport à l'incinération en fin de vie, ce qui représente une économie nette de 1,6 tonnes de CO2 par tonne de plastiques recyclés. **Le recyclage chimique reste néanmoins peu développé** (<1 % du recyclage) compte tenu de son coût et du contexte réglementaire qui incite à la décharge.

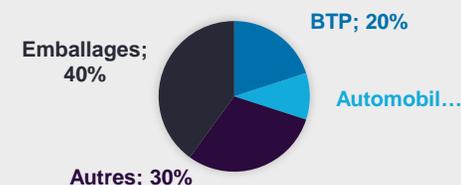
- **Engagement politique** : Au niveau européen : pacte vert européen, 55 % des déchets d'emballages en plastique doivent être recyclés d'ici 2030. **Au niveau français** : la loi AGECE du 10 février 2020 (Anti-gaspillage pour une économie circulaire) fixe 100% de recyclage des emballages en plastique à usage unique d'ici à 2025. Soutien au recyclage chimique dans France 2030.

- **Acceptabilité** : les technologies de recyclage chimique présentent des risques d'acceptabilité : risque d'effet rebond (plus de recyclage mais moins de réduction de l'usage), analyse cycle de vie des technologies qui n'est pas positive à ce

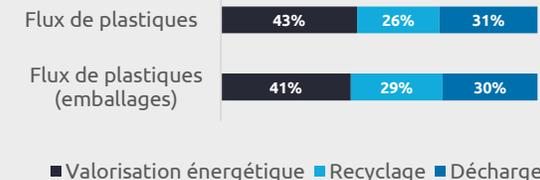
stade

- **Compétences & savoir-faire** : aucune tension sur les compétences n'est identifiée à ce stade
- **Réseau existant de partenaires** : les technologies de recyclage chimique proviennent en majorité de l'étranger. **Les principaux groupes actifs en matière de recyclage chimique du plastique sont canadiens (Loop) ou anglais (Plastic Energy).** Il existe cependant des startups au niveau français qui sont à encourager, leur technologie n'étant pas encore mature (cf. Carbios, Toopie Energy). Les pétroliers se positionnent sur le sujet en tant que fournisseurs de matière première (polymère)
- **Structuration macro de la chaîne de valeur et du territoire** : l'écosystème du recyclage chimique français est naissant et encore en phase de test (grands groupes / startups)
- **Voies de commercialisation** : Il y a actuellement quelques usines de pyrolyse en activité dans l'UE, avec une capacité combinée de moins de 100 kilotonnes. **Plusieurs projets d'envergure sont actuellement en cours de déploiement en Europe**, ce qui portera à environ 1,2 million de tonnes la capacité de traitement des déchets plastiques d'ici à 2030
- **Leviers de déploiement et voies d'industrialisation** : la sécurisation de l'accès aux matières plastiques destinées au recyclage chimique est fondamentale car elle va conditionner la rentabilité des centres de recyclage chimique

Production de plastiques en France en 2021 : de 1,9 Mt à 4 Mt selon les sources (MTE / WWF)



Répartition des flux de plastiques en France



Les zones d'implantation privilégiées

Les usines de recyclage chimique ont vocation à être à proximité :

des centres de tri pour accéder aux ressources de cluster chimique pour la production des polymères

SI LA FRANCE EST BIEN POSITIONNÉE AVEC UNE ACTIVITÉ DE RECHERCHE DYNAMIQUE, LE PASSAGE À L'ÉCHELLE DU RECYCLAGE CHIMIQUE EST L'ENJEU DES PROCHAINES ANNÉES

EVALUATION DU POTENTIEL FRANÇAIS

Positionnement de la France : La France se positionne à la deuxième place, après l'Allemagne, des pays européens en matière de recherche sur les plastiques (9 000 brevets déposés entre 2010 et 2019, selon l'Office Européen des Brevets (OEB)). Ces efforts de R&D doivent néanmoins être concrétisés à un stade industriel.

Avec le développement du recyclage chimique, la France a une carte à jouer pour compter parmi les leaders mondiaux, à la fois sur son territoire et à l'étranger.

Des projets d'envergure, dont une des plus grosses usines au monde, sont en cours de déploiement en France compte tenu de l'attractivité et du fort soutien politique affiché pour le recyclage chimique dans le cadre de France 2030 (300 M€ d'investissements)

Potentiel de décarbonation: le potentiel de décarbonation reste à démontrer par le passage à l'échelle des technologies

Émissions de CO2 évitées:

Il convient de distinguer les tonnes de CO2 évitées par :

- Le recyclage chimique en fin de vie des plastiques (gain de 1,6 tCO2 par rapport à l'incinération pour la pyrolyse par exemple). L'incinération émet en moyenne 1 à 1,4 tonnes de CO2 par tonne de déchets brûlés. La mise en décharge émet du méthane
- La décarbonation des sources d'énergie du recyclage chimique, par exemple l'électrification de la pyrolyse (les projets sont à un stade de développement R&D aujourd'hui)

Prévisions 2030 : 1,77 Mt CO2 évitées (analyse Capgemini).

Potentiel de création de valeur : un fort potentiel de création de valeur en France et en Europe

PIB - valeur du marché générée :

- Au moins 2,6 milliards d'euros doivent être investis dans le recyclage chimique des plastiques en Europe d'ici à 2025, et au moins 7,2 milliards d'euros d'ici à 2030
- Selon **Plastics Europe**, 3,4 Mt de plastiques pourraient être recyclés chimiquement en Europe d'ici 2030, la majorité grâce à la pyrolyse, ce qui placerait la capacité de recyclage chimique à 70-85 % de la capacité de recyclage mécanique actuelle en seulement une décennie.

Création générée :

- peu d'estimations fiables à ce stade – les projets étant très majoritairement à l'état de démonstrateurs

Potentiel d'accroissement de la souveraineté énergétique et industrielle de la France : la France dispose d'atouts pour faire émerger des champions nationaux

Criticité des ressources :

● Forte | ● Modérée | ● Faible

Ressource	Criticité	Problématique (si criticité forte ou modérée)
Gisement d'intrants de qualité et compétitifs pour le recyclage chimique	●	<ul style="list-style-type: none">Le gisement est théoriquement très important (76 % des matières plastiques non recyclés actuellement)Le passage à l'échelle du recyclage chimique nécessite une sécurisation des intrants de bonne qualité et compétitifs ainsi que l'organisation de filières de tri/collecte, notamment pour les déchets de l'industrie et du textile, très peu collectés et triés à ce stade

Potentiel de circularité :

- Intérêt de souveraineté locale :** Il convient de maintenir le carbone des déchets dans les boucles de recyclage les plus courtes possibles pour limiter la consommation d'énergie tout en produisant la qualité de recyclât la plus adaptée aux usages finaux.
- L'écosystème des acteurs du tri et de la collecte devrait être plus concentré et se moderniser** afin d'atteindre des masses critiques pour assurer des gisements pour les centres de recyclage, idéalement placés à proximité. Le nombre de centres de tri devrait passer de 180 à 100 en 2022 (environ 1 par département) pour s'adapter aux nouvelles consignes de tri.

Provenance des technologies :

- Les technologies de recyclage chimique développées à un stade avancé proviennent en majorité de l'étranger.** Les principaux groupes actifs en matière de recyclage chimique du plastique sont canadiens (Loop) ou anglais (Plastic Energy).
- Il existe cependant des startups françaises qui sont à encourager**, leurs technologies n'étant pas encore matures (cf. page précédente)

SI LE RECYCLAGE CHIMIQUE DOIT ENCORE FAIRE SES PREUVES, LE MANQUE DE FILIÈRES DE TRI ET DE COLLECTE EFFICACES ET UNE RECONNAISSANCE DU RECYCLAGE CHIMIQUE DU PLASTIQUE CONSTITUENT DES FREINS À SON DÉPLOIEMENT

Cadre public de déploiement

Engagement politique : un engagement politique fort en faveur du recyclage et, en particulier dans le cadre de France 2030, en faveur du recyclage chimique

- La loi Anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC) de 2020 prévoit 100 % d'emballages recyclés d'ici à 2025.

Dispositifs de financement : fort engagement en faveur du recyclage chimique via France 2030 avec 300 M€ de soutien public.

- Appel à projets (AAP) de l'Ademe** ouvert au début de l'année 2022 : l'objectif de cet AAP est de soutenir l'industrialisation dans le domaine du recyclage des plastiques pour augmenter la quantité de matière première recyclée fabriquée, sa qualité et sa réincorporation dans des produits dans le but d'augmenter le taux de recyclage des déchets plastiques produits notamment en France
- Concours i-lab opéré par Bpifrance** : faire émerger des innovations de rupture du monde de la recherche vers le monde de l'entreprise

Cadre législatif et réglementaire : un cadre dense mais pas de reconnaissance du recyclage chimique des plastiques

Au niveau européen :

- Directive Single Use Plastics (2019)
- « plastic tax » (EU Packaging Levy) (2020) : Taxe de 800€/tonne de plastique non recyclé

Au niveau français :

- Stratégie nationale pour accélérer le recyclage et la transition vers une économie circulaire (2020)**
- Loi Anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC) (2020) / Décret « 3R » (2021)** : réduction de 100 % des plastiques à usages uniques « inutiles »
- Responsabilité Élargie du Producteur (REP) (en évolution)** : engage les metteurs en marché de produits emballés et de papiers graphiques, à financer ou organiser la gestion de la fin de vie des emballages et papiers.
- Extension consigne de tri** : une poubelle jaune pour tous les emballages

Barrières au déploiement

Faible Forte

Approvisionnement (matériaux et technologie)



- L'accès au gisement de matières pour le recyclage chimique est clé.
- Si le sujet ne pose pas de difficulté aujourd'hui dans la mesure où le recyclage chimique est très peu développé, la sécurisation de matière à recycler est nécessaire pour un passage à l'échelle. Le gisement doit être correctement trié et décontaminé.

Capacité de développement et infrastructures



- Certains types de déchets ne sont pas suffisamment valorisés, en particulier les textiles, pouvant contenir une part importante de plastique.
- Les centres de tri ne sont pas assez modernisés (robotisation, intelligence artificielle,...) pour trier de manière fine les déchets plastiques.

Compétences



- Aucune tension sur les compétences n'est identifiée à ce stade

Économiques



- Les technologies de recyclage chimique sont actuellement plus coûteuses que la mise en décharge ou l'incinération (entre 35-55 % plus coûteuses par rapport aux matières premières traditionnelles de naphta).
- Néanmoins, la demande est très forte. Les consommateurs ont une propension importante à payer plus cher pour du plastique recyclé.

Financières



- Le développement d'usines de recyclage chimique est capitalistique.
- La rentabilité des installations pourrait néanmoins être atteinte avec le passage à l'échelle et une sécurisation des intrants.

Acceptabilité



- L'agence européenne des produits chimiques souligne un manque de fiabilité sur la production de plastiques lié au contact des aliments.
- Le bilan carbone de chaque technologie n'est pas harmonisé
- Un effet rebond doit être évité : l'objectif est avant tout de réduire le volume de plastiques produit

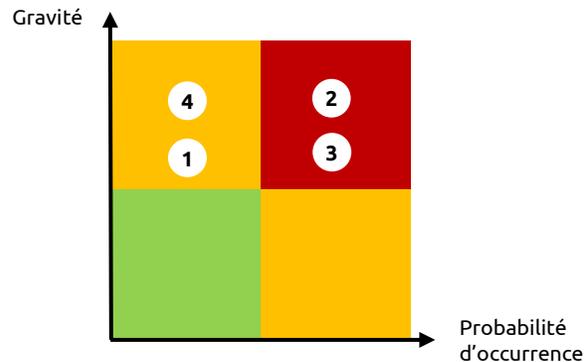
Législatives et réglementaires



- Absence de reconnaissance du « recyclage chimique » dans les objectifs de recyclage
- La « plastic tax » n'est pas transposée en France (l'Angleterre a mis en place 200 livres / tonne pour tout emballage contenant moins de 30 % de plastique recyclé)

RISQUES ET RECOMMANDATIONS

Cartographie des risques majeurs



Recommandations et leviers (publics / privés) à mettre en œuvre

Programmes de recherche et d'innovation

- **Mener une étude scientifique sur le devenir de certaines substances** potentiellement nocives pour la santé et l'environnement présentes dans certains types de recyclage chimique (rapport de l'Agence européenne des produits chimiques).
- **Mener une étude sur i/ la capacité à éliminer les contaminants** pour obtenir un plastique recyclé apte au contact alimentaire (comme préconisée par l'agence européenne des produits chimiques) et **ii/ le bilan carbone des technologies** de recyclage chimique déployées à grande échelle.

Industrialisation et structuration de la filière

- **Développer des filières spécifiques pour aller chercher de nouveaux gisements**, notamment dans le domaine du textile, accompagnées des investissements associés (pour fournir 30 % de la charge d'alimentation d'un vapocraqueur de 700 kt (capacité d'éthylène) dans chacun des 8 clusters pétrochimiques de l'UE, il faudrait environ 5 Mt de déchets plastiques triés, alors que la demande annuelle d'emballages plastiques de l'UE est d'environ 20 Mt.).
- **Améliorer le tri en modernisant les centres et en les optimisant** : modernisation (robotisation, intelligence artificielle), organisation (capter le gisement à la source, faire du tri aussi proche de la source que possible (plus de poubelles à la maison, lieux de dépôts)). Lancer une étude sur l'équilibre à trouver entre centres de tri (moins de collecte) / la capacité de tri des différents flux.

Financements & investissements

- **Maintenir** les soutiens mis en place.

Capital-risque

- **Continuer à soutenir le développement de plastiques biosourcés / biodégradables**, avec pour objectif de réduire l'impact et l'usage de la production des plastiques.

Réglementation

- **Stabilité réglementaire** pour donner de la visibilité à la filière d'ici à 2030.
- **Obliger l'incorporation de matières recyclées** dans l'automobile et dans le textile (la plasturgie française n'intègre que 6% de matières plastiques recyclées dans sa production, le reste étant de la matière vierge, bien loin des niveaux d'incorporation de matières recyclées observés sur d'autres matériaux (66% pour le papier, 58% pour le verre).
- **Reconnaître le « recyclage chimique »** dans les objectifs de recyclage.
- **Renforcer la prise en compte** des émissions CO2 des incinérateurs.

1. **Manque de contraintes réglementaires** sur l'incorporation des matières recyclées dans les emballages (hors PET (emballages)) et **manque de reconnaissance du recyclage chimique comme une des voies de recyclage**
2. **Sécurisation des gisements** : la sécurisation de l'accès aux matières plastiques recyclées de qualité et compétitives est fondamentale car elle va conditionner la rentabilité des centres de recyclage mécanique et chimique
3. **Bilan carbone de chaque technologie** : Le recyclage chimique doit réellement conduire à diminuer les émissions liées au traitement des déchets plastiques, bien en deçà de l'incinération - en cherchant également à décarboner l'énergie utilisée pour les processus
4. **Effet rebond** : plus de recyclage de plastiques mais moins de diminution de la production

Rapports

- Rapport d'information sur la pollution plastique, OPESCT

Interviews

- Laurent Auguste - ex directeur innovation Véolia
- Michel Daigney – Expert économie circulaire Bpifrance

Organismes / Entreprises :

- CITEO

Institutions publiques

- Ademe
- Bpifrance

Institutions privées

- PlasticsEurope

Entreprise

- Plastic energy

Fonds

- ARA Partners

