



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets

Brevets et plastiques de demain

Tendances mondiales en matière d'innovation dans les domaines du recyclage,
de l'éco-conception et des sources alternatives
Principaux résultats | Octobre 2021



Résumé

Notre forte dépendance aux plastiques à usage unique (PUU) est depuis longtemps un sujet de préoccupation. La pandémie de COVID-19 a donné lieu à un déploiement massif de masques, de gants, de kits de tests jetables, d'écouvillons, de seringues et d'emballages médicaux tous composés de PUU. Il ne s'agit là que d'un exemple parmi beaucoup d'autres, qui montre la tension entre le bénéfice social des plastiques et la pollution qu'ils engendrent.

Au cours de ces 70 dernières années, les plastiques sont devenus un matériau essentiel pour de nombreuses industries et donc pour l'économie. Cependant, on constate une prise de conscience croissante du coût environnemental désastreux de ce succès économique. Aujourd'hui, la majorité du plastique produit finit dans la nature, ce qui constitue une menace grave, globale et immédiate pour d'innombrables espèces, écosystèmes et systèmes socio-économiques qui en sont dépendants.

Le défi systémique soulevé par cette crise environnementale est au cœur du pacte vert pour l'Europe de l'UE (Commission européenne CE, 2019) et des Objectifs de développement durable des Nations Unies (NU). Afin de faire face au volume croissant de plastique produit, utilisé et jeté dans l'économie linéaire actuelle, l'industrie du plastique doit adopter un modèle intégralement circulaire dans lequel les produits en plastique en fin de vie ne deviennent plus des déchets mais des sources de création de valeur.

L'innovation, la régulation et la collaboration internationale sont nécessaires afin de permettre cette transition. Le progrès technologique relatif à la récupération et à la transformation des déchets est essentiel en vue de soutenir le recyclage systématique des déchets plastiques et de maximiser la valeur qui en est tirée. Les technologies dominantes de l'industrie du plastique sont souvent le reflet de l'accent mis sur la performance et la durabilité de l'économie circulaire dans le cadre d'une économie linéaire. Néanmoins, l'innovation plus poussée en matière de plastiques et de designs alternatifs peut également encourager la réutilisation, le caractère recyclable et biodégradable des produits plastiques voire même éliminer l'usage du plastique.

Objectif de l'étude

Destiné aux décideurs des secteurs publics et privés, le présent rapport est une source unique d'informations sur ces technologies et les problèmes techniques qu'elles visent à résoudre. Le rapport s'appuie sur l'information brevets disponible la plus récente ainsi que l'expertise d'examineurs de l'Office européen des brevets (OEB) afin de présenter une analyse complète des tendances en matière d'innovation favorisant la transition vers une économie circulaire des plastiques.

L'information brevets fournit des éléments solides attestant d'un progrès technique. Les données présentées dans ce rapport témoignent d'une évolution vers des inventions de haute valeur pour lesquelles des brevets ont été déposés dans plus plusieurs juridictions (IPF). Elles mettent en évidence les domaines technologiques qui montent en puissance et les échanges mutuels qui ont lieu. L'évolution de l'innovation vers le plastique circulaire n'a jamais joué un rôle aussi important dans le développement du secteur. C'est pourquoi ce rapport fait office de manuel pour les décideurs et les responsables politiques pour leur permettre d'orienter les ressources vers des technologies prometteuses et d'évaluer leur avantage comparatif à différents niveaux de la chaîne de valeur ; il met aussi en avant les entreprises et les institutions innovantes susceptibles de contribuer à une croissance durable sur le long terme.

1 Chaque famille de brevets internationale (IPF) couvre une seule invention et inclut des demandes de brevets déposées et publiées dans plusieurs offices de brevets. C'est un indicateur fiable de l'activité inventive puisqu'il permet de contrôler dans une certaine mesure la qualité des brevets, seules les inventions que l'inventeur juge suffisamment intéressantes pour faire l'objet d'une protection internationale étant prises en compte. Les données relatives aux tendances en matière de brevet présentées dans ce rapport font référence à de nombreux IPF.

Résultats principaux

Les États-Unis et l'Europe se démarquent en tant qu'acteurs de l'innovation favorisant une industrie des plastiques circulaire

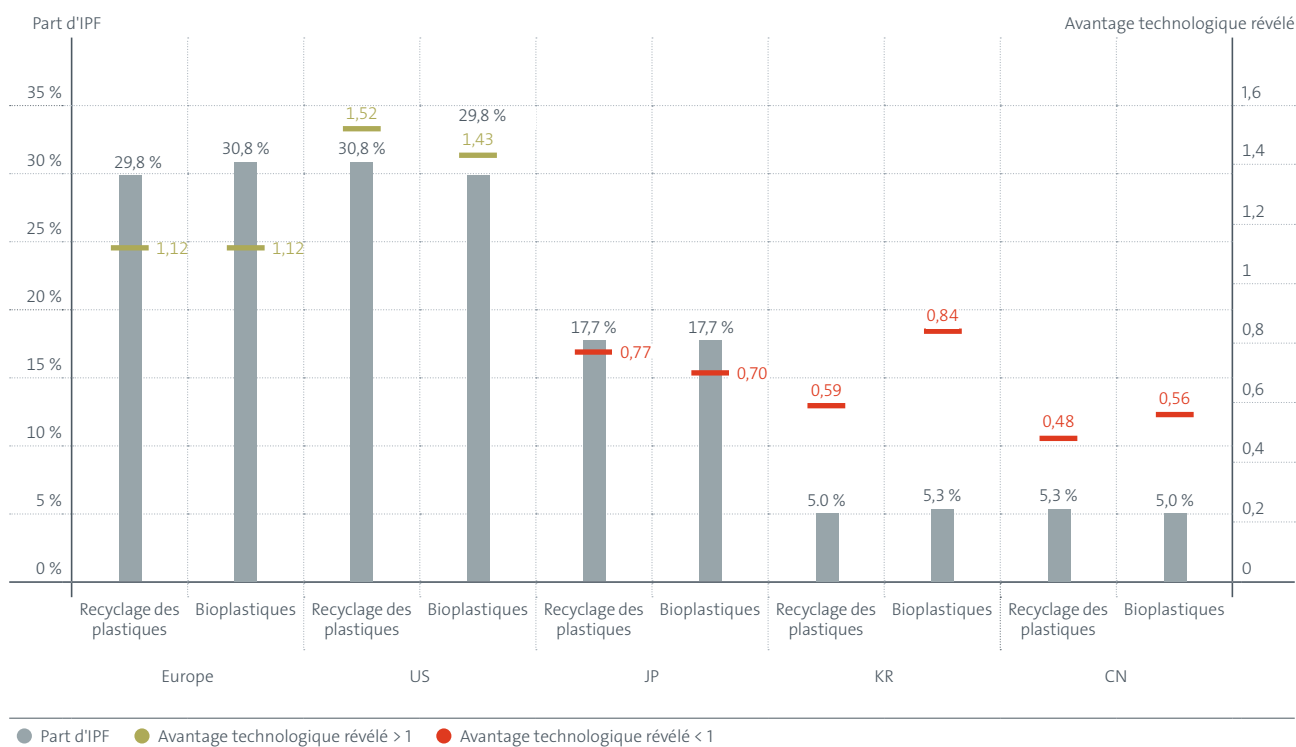
Les États-Unis et l'Europe ² sont de loin les principaux acteurs de l'innovation en termes d'efforts vers une industrie des plastiques circulaire avec environ 30 % chacun d'IPF en lien avec l'industrie des plastiques circulaire entre 2010 et 2019 ³. Ce sont les seuls centres d'innovation majeurs qui se spécialisent véritablement dans ces technologies. Les États-Unis, notamment, affichent des avantages technologiques révélés particulièrement élevés dans le recyclage du plastique et les technologies liées aux bioplastiques ⁴.

Avec 18 % d'IPF pour la période 2010-2019, le Japon dépasse de loin la République de Corée et la République populaire de Chine (qui ont toutes deux 5 % d'IPF environ). Cependant, on constate dans ces trois pays la même absence de spécialisation dans ces technologies.

En Europe, ce sont la France, le Royaume-Uni, l'Italie, les Pays-Bas et la Belgique qui se démarquent par leur spécialisation en recyclage du plastique et en technologies des bioplastiques. Même si l'Allemagne affiche la plus grande part d'IPF en raison de l'importance de son économie, la spécialisation de l'Allemagne est insuffisante dans ces domaines.

Figure E.1

Origine des inventions liées à l'industrie des plastiques circulaire de 2010 à 2019



Source : Office européen des brevets

2 Sauf indication contraire, l'Europe et les pays européens correspondent dans l'étude à l'ensemble des 38 États parties à la Convention sur le brevet européen (CBE). Ces pays incluent entre autres les 27 États membres de l'Union européenne (UE).

3 La date attribuée à un IPF donné fait toujours référence à l'année de la première publication au sein de l'IPF.

4 Le degré de spécialisation est mesuré ici avec l'indice d'avantage technologique révélé (ATR). L'ATR indique le degré de spécialisation d'un pays en termes d'innovation portant sur les plastiques circulaires par rapport à sa capacité globale à innover. Il est défini comme étant la part d'IPF d'un pays dans un domaine technologique particulier divisé par la part d'IPF d'un pays dans tous les domaines technologiques. Un ATR supérieur à 1 indique le degré de spécialisation d'un pays pour une technologie particulière. Seuls les ATR les plus élevés (d'1,5 ou plus) sont représentés dans ce graphique.

Le recyclage chimique et biologique a généré le niveau le plus élevé d'activités de brevetage

Le recyclage mécanique est actuellement la solution la plus simple et la plus courante pour transformer les déchets plastiques en nouveaux produits. Il a généré près de 4 500 IPF de 2010 à 2019 avec une concentration croissante sur les problématiques de dégradation de la qualité lors du recyclage de déchets plastiques collectés post-consommation. Cependant, avec plus de 9 000 IPF sur la même période, ce sont les méthodes de recyclage chimiques et biologiques qui se démarquent en termes de nombre d'IPF.

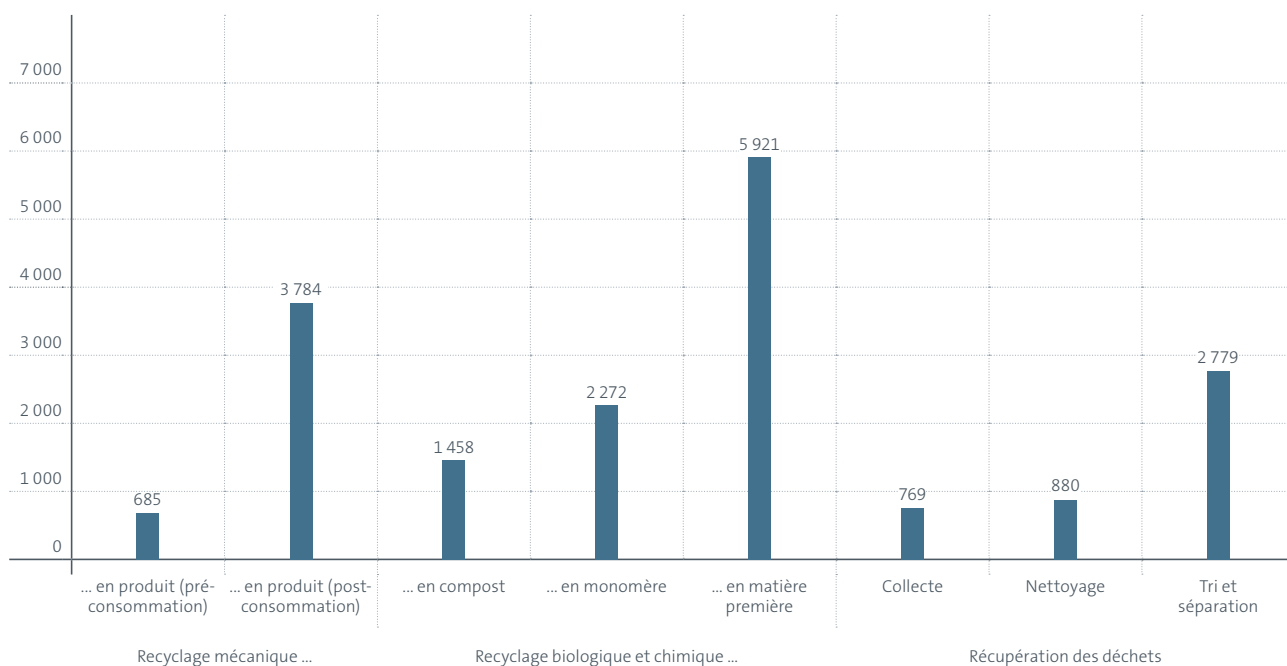
Les méthodes chimiques reposent principalement sur des processus de recyclage énergivores du plastique en matière première (comme le craquage et la pyrolyse). Ici, la structure chimique des déchets plastiques est convertie en un mélange d'éléments chimiques de base, permettant leur réutilisation flexible dans l'industrie pétrochimique.

Cependant, l'innovation dans ces technologies a atteint un pic en 2014. Les technologies émergentes de recyclage du plastique en monomères offrent désormais des possibilités de décomposition des polymères en blocs élémentaires, permettant d'obtenir des matières presque vierges et un nombre plus important de cycles possibles. De même, la technologie récente du recyclage biologique représente un nombre d'IPF relativement faible. Cette technologie prometteuse utilise des organismes vivants en vue de dégrader les polymères en compost.

Toutes ces méthodes requièrent une récupération efficace des déchets plastiques (environ 3 400 IPF de 2010 à 2019) qui permet d'identifier, de séparer et de nettoyer différentes catégories de plastique avant de les recycler. Les efforts en matière d'innovation sont principalement axés sur le tri et la séparation des déchets, y compris l'utilisation de technologies sophistiquées telles que la reconnaissance visuelle et l'intelligence artificielle (IA).

Figure E.2

Innovation en matière de technologies de recyclage (nombre d'IPF, de 2010 à 2019)



Remarque : Certaines inventions peuvent être pertinentes dans différents domaines de technologie. Les IPF associés sont donc comptabilisés une fois dans chaque domaine.

Source : Office européen des brevets

La recherche fondamentale est essentielle pour continuer à progresser dans le domaine du recyclage chimique et biologique. Les bonnes performances de l'Europe dans ce domaine devraient permettre de commercialiser de nouvelles technologies.

Les méthodes de recyclage chimiques et biologiques s'appuient beaucoup plus sur la recherche fondamentale en amont que d'autres technologies de recyclage avec près de 20 % d'IPF provenant d'universités et d'organismes de recherche publics (ORP) pendant la période de 2010 à 2019. L'innovation en matière de récupération des déchets et de recyclage du plastique en nouveau produit repose fréquemment sur les technologies disponibles et les approches existantes en ingénierie, ce qui explique les parts plus faibles (respectivement 7,4 % et 6,8 %) des IPF produits par les instituts de recherche dans ces domaines.

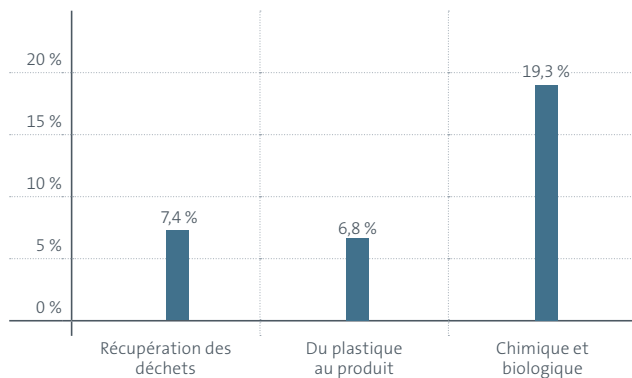
Les pays européens et les États-Unis sont clairement en tête en ce qui concerne les méthodes de recyclage chimique et biologique, avec chacun 29 % des IPF provenant d'instituts de recherche. L'Europe est le seul centre d'innovation majeur qui contribue à plus d'IPF dans le domaine de la recherche en amont qu'au total des IPF dans ce domaine (26 %). En revanche, les contributions des États-Unis et du Japon aux IPF en amont (29 % et 11 %) sont inférieures à leurs parts respectives dans l'ensemble des IPF (36 % et 17 %).

Ces résultats suggèrent que l'Europe, en dépit de son activité notable en recherche fondamentale, n'exploite pas pleinement son potentiel lorsqu'il s'agit de transférer ces technologies à l'industrie. Une analyse plus fine des IPF en provenance de jeunes pousses et d'entreprises à forte croissance confirme cette conclusion. Bien que le nombre de ces IPF ait augmenté dans les mêmes proportions dans les deux régions entre 2010 et 2019, les jeunes pousses et les entreprises à forte croissance américaines ont généré quatre fois plus d'IPF que leurs homologues européennes (338 contre 84) pendant la décennie en question.

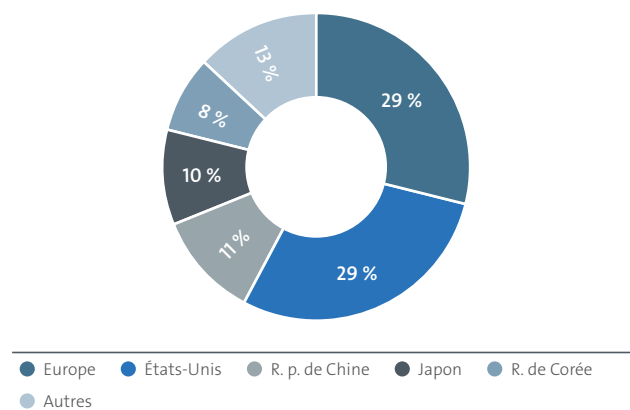
Figure E.3

Recherche en amont dans le domaine des technologies de recyclage de 2010 à 2019

a) Part d'IPF générée par les universités et les ORP



b) IPF générés par les universités et les ORP dans le domaine du recyclage chimique et biologique



Remarque : L'origine géographique des IPF de la figure E.3b est fondée sur le pays des demandeurs.

Source : Office européen des brevets

Les bioplastiques constituent une alternative aux matières premières fossiles conventionnelles

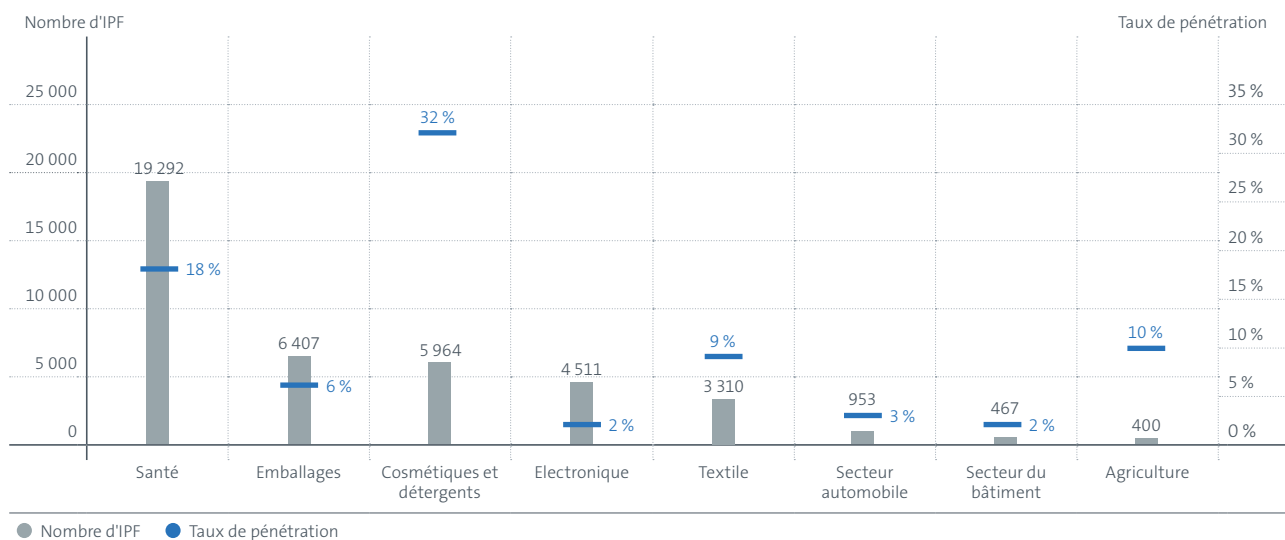
Les plastiques d'origine biologique et/ou les plastiques biodégradables offrent un moyen d'améliorer la circularité et de réduire les émissions carbonees générées par l'utilisation de matières premières fossiles conventionnelles. Les activités de brevetage relatives aux bioplastiques ont décollé à la fin des années 1980 et ont connu depuis une croissance semblable à celle des technologies plastiques conventionnelles.

Parmi ces matériaux, les polymères naturels modifiés chimiquement (comme la cellulose modifiée) ont généré la plus grande part des activités de brevetage ces dix dernières années. Ce sont toutefois les polymères à base de monomères biosourcés qui ont connu la croissance la plus élevée. La plupart des brevets dans ce domaine portent sur ce que l'on appelle les "plastiques drop-in" (à savoir les bio-PE, bio-PET) qui, bien que non biodégradables, permettent de consommer moins de ressources non renouvelables et de réduire les émissions de CO₂ au stade de la production. Parmi les domaines plus modestes, les polymères industriels naturels devraient permettre de créer des plastiques réutilisables, recyclables qui peuvent être facilement désintégrés par des microorganismes.

En dépit du fait qu'il représente moins de 3 % de la demande totale de plastiques en Europe (PlasticsEurope, 2020), le secteur de la santé est de loin l'industrie la plus importante en termes de nombre d'IPF en bioplastiques, avec plus de 19 000 IPF enregistrés de 2010 à 2019. Cependant, ce sont les cosmétiques et les détergents qui affichent le taux le plus élevé d'innovation en bioplastiques. Dans ce secteur, les IPF en lien avec les bioplastiques correspondent à 32 % des IPF pour les plastiques conventionnels. Les emballages, l'électronique et les textiles contribuent également à l'innovation dans les bioplastiques, avec, respectivement, 6 407, 4 511 et 3 310 IPF de 2010 à 2019.

Figure E.4

Innovation dans les bioplastiques dans des domaines sélectionnés



Remarque : Le taux de pénétration est défini comme le ratio du nombre d'IPF dans les plastiques alternatifs par rapport au nombre d'IPF en lien avec les plastiques conventionnels dans le même domaine.

Source : Office européen des brevets

L'émergence rapide de nouvelles technologies permet d'obtenir des matériaux plastiques durables et novateurs

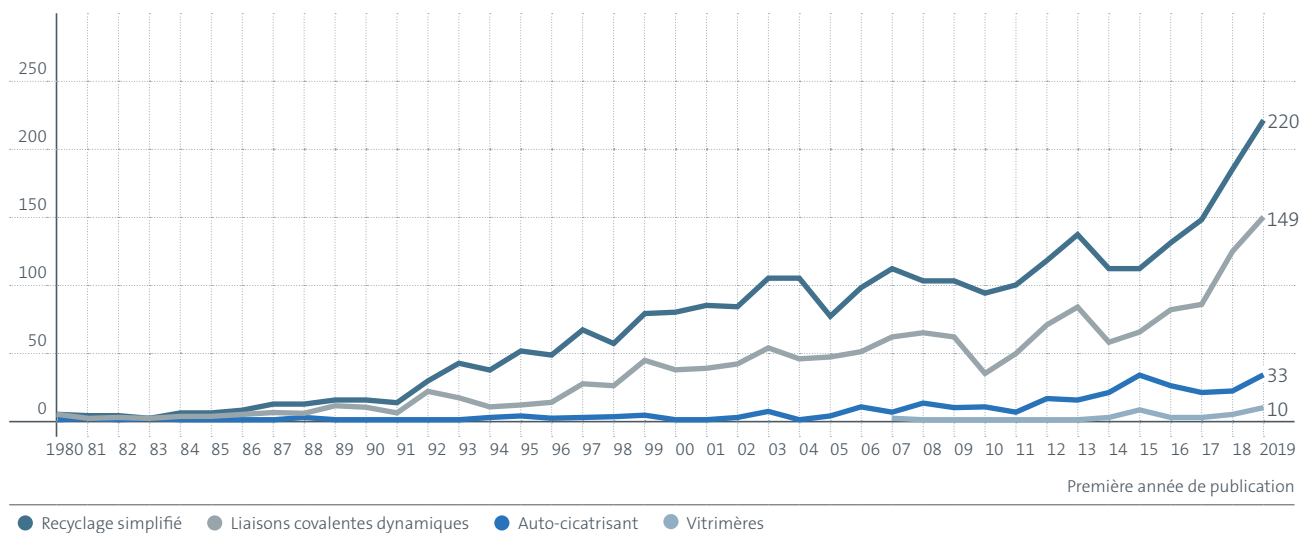
Au début des années 1990, les technologies centrées sur des plastiques conçus pour un meilleur recyclage ont commencé à émerger et elles ont, depuis, connu une croissance exponentielle. La croissance rapide du brevetage dans ce domaine est tirée par le progrès des liaisons covalentes dynamiques, une stratégie synthétique employée sous forme de réseaux 3D de chaînes macromoléculaires qui peuvent se rompre et se reformer via des réactions chimiques réversibles. Cette propriété réversible dynamique permet de surmonter les difficultés rencontrées dans le traitement et le recyclage de nombreux polymères utilisés dans l'aéronautique, le bâtiment, les transports et la microélectronique.

Parmi les évolutions récentes, les vitrimères constituent un type prometteur de réseau covalent adaptable (CAN). Les vitrimères sont solides, stables et intrinsèquement auto-cicatrisants et devraient permettre de remplacer les plastiques thermodurcissables dans des applications légères et de haute performance, comme la fabrication d'éléments composites pour les avions, les automobiles, les équipements sportifs et les pales d'éoliennes.

Le Japon affiche un leadership fort dans le domaine des technologies utilisant des liens covalents dynamiques avec près de la moitié (49 %) des IPF en lien avec ces derniers de 2010 à 2019. Les États-Unis suivent avec 24 %, tandis que les pays européens n'y contribuent qu'à hauteur de 17 %. Cependant, la plupart des IPF émanant des universités et des ORP proviennent d'institutions européennes et américaines (respectivement 40 % et 30 %), alors que seulement 7 % sont originaires du Japon. Le Japon occupe la première place malgré une présence faible dans la recherche universitaire, ce qui contraste fortement avec l'Europe qui contribue près de deux fois plus à la recherche universitaire en amont qu'aux activités de brevetage.

Figure E.5

IPF concernant des plastiques conçus pour un meilleur recyclage, des liaisons covalentes dynamiques et des polymères et vitrimères auto-cicatrisants de 1980 à 2019



Source : Office européen des brevets

Publié et édité par

Office européen des brevets

Munich, Allemagne

© OEB 2021

L'intégralité du rapport peut être téléchargée sur :

epo.org/trends-plastics

Autres sources d'information

Consultez epo.org

- > Recherchez des brevets sur epo.org/espacenet
 - > Consultez le Registre européen des brevets sur epo.org/register
 - > Utilisez les services de dépôt en ligne sur epo.org/online-services
 - > Découvrez notre offre de formations sur epo.org/academy
 - > Consultez les vacances d'emplois sur epo.org/jobs
 - > Accédez aux FAQ, aux publications, aux formulaires et aux outils sur epo.org/service-support
-

Abonnez-vous

- > à notre lettre d'information sur epo.org/newsletter
-

Rendez-vous à l'adresse epo.org/contact où vous trouverez

- > des formulaires de contact vous permettant de poser des questions par courriel
 - > le numéro de téléphone de notre service à la clientèle
 - > nos coordonnées
-

Suivez-nous sur

- > facebook.com/europeanpatentoffice
 - > twitter.com/EPOorg
 - > youtube.com/EPOfilms
 - > linkedin.com/company/european-patent-office
-