

Revue de littérature - plastique numéro 1 et 2

Réalisée par l'équipe étudiante:

Elisabeth Fournier, Daphné Gagnon-Fee, Ariane Nadeau et Cynthia Wong

**Université de Sherbrooke - Centre universitaire de formation en
environnement et développement durable (CUFE)**

15 avril 2024

Table des matières

PLASTIQUE NUMÉRO 1	1
CLASSIFICATION DU RECYCLAGE DES POLYMÈRES	2
PROCÉDÉ DE RECYCLAGE CHIMIQUE.....	4
RECYCLAGE CHIMIQUE DE PET	6
PROCÉDÉ DE RECYCLAGE MÉCANIQUE DU PET	9
PROCÉDÉ DE RECYCLAGE ENZYMATIQUE DU PET	11
CRÉATION DE VÊTEMENTS RECYCLÉS	12
PLASTIQUE NUMÉRO 2	1
PRÉTRAITEMENT DES PLASTIQUES SOUILLÉS DE RÉSIDUS ALIMENTAIRES POUR LE RECYCLAGE ET GESTION DES EFFLUENTS DE NETTOYAGE	2
PRÉTRAITEMENT DES FILMS DE POLYÉTHYLÈNE POST-CONSOMMATION POUR LE RECYCLAGE	3

PLASTIQUE NUMÉRO 1

Les matériaux polymères sont devenus omniprésents dans notre vie quotidienne en raison de leur faible coût, de leur facilité de production et de leurs propriétés polyvalentes. Principalement dérivés de la pétrochimie, ces plastiques soulèvent cependant des préoccupations quant à la gestion des déchets qu'ils génèrent. C'est pour cela qu'il existe plusieurs de nos jours, il existe plusieurs techniques de recyclage afin de valoriser ce matériel.

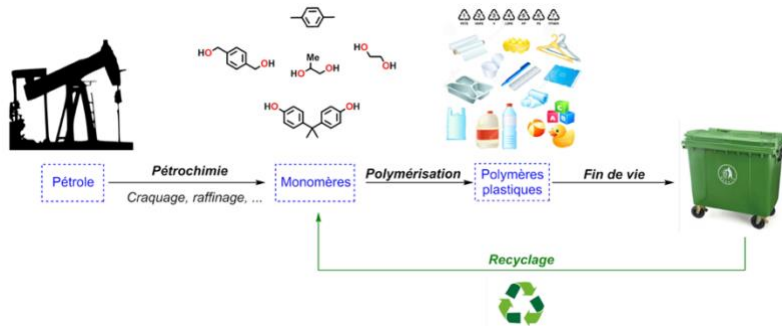


Figure 1 : Portrait global de la création au recyclage des polymères de plastiques (tiré de : Iramis, 2015)

Ainsi, toutes les matières plastiques sont formées de polymères à longue chaîne, de masse moléculaire très élevée, généralement mesurée en centaines de milliers de kilodaltons.

Le plastique numéro 1 est connu sous le nom de polyéthylène téréphtalate (PET). Ce type de plastique est utilisé dans la fabrication de bouteilles d'eau et de boisson gazeuse, de contenants pour le four à micro-ondes et d'emballages de médicaments. Le PET est un composant des microplastiques retrouvés dans l'eau des bouteilles.

Ces matériaux font partie de la famille des polymères semicristallin et polyester. Le PET présente de bonnes propriétés mécaniques et chimiques. Le PET est produit par polymérisation de l'éthylène glycol et de l'acide téréphtalique. Le PET est produit à partir du chauffage de l'éthylène et de l'acide téréphtalique et grâce aussi aux catalyseurs chimiques comme l'éthylène glycol et l'acide téréphtalique. La présence d'un groupement rigide dans le squelette de la chaîne a une importance capitale sur la cohésion du polymère. Sa structure chimique lui confère ainsi une grande rigidité.

Références

Gupta V. B. et Bashir Z. (2002). PET fibers, films, and bottles: sections 1– 4.13. Handbook of Thermoplastic Polyesters: Homopolymers, Copolymers, Blends, and Composites, 317-361.

Leroux, R. (2020, 24 février). *Les 7 familles de plastique*. Verdict santé. <https://verdictsante.protegez-vous.ca/alimentation/numeros-plastique>

Iramis. (2015) *Nouveau procédé pour le recyclage chimique de déchets plastiques*. https://iramis.cea.fr/Phocea/Vie_des_labos/Ast/ast.php?t=fait_marquant&id_ast=2507

Gupta V. B. et Bashir Z. (2002). PET fibers, films, and bottles: sections 1– 4.13. Handbook of Thermoplastic Polyesters: Homopolymers, Copolymers, Blends, and Composites, 317-361.

CLASSIFICATION DU RECYCLAGE DES POLYMÈRES

Le recyclage du plastique est un processus visant à transformer les déchets plastiques en matériaux utiles. Ce processus implique la collecte des plastiques recyclables, leur tri en fonction de leurs polymères respectifs, puis leur fusion en granulés pouvant être utilisés pour fabriquer divers articles, tels que des gobelets en plastique, des chaises, des tables et des sacs en polyéthylène. Le recyclage présente des avantages environnementaux significatifs. Tout d'abord, il permet d'économiser les matières premières et de préserver ainsi les ressources naturelles de notre planète. De plus, il contribue à réduire le volume et le poids des déchets, limitant ainsi les risques de contamination de l'air, de l'eau et du sol.

Voici les différentes classifications du recyclage :

- **Recyclage primaire:** Ce type de recyclage concerne le recyclage de la première sortie d'usine, qui est généralement propre et peu contaminé. Il s'agit d'un recyclage préconsommateur, où le PET n'a pas encore été utilisé par les consommateurs finaux.
- **Recyclage secondaire:** Il s'agit du recyclage mécanique des matières issues du recyclage primaire ou des déchets post-consommateurs. Ce processus implique des étapes telles que la récupération des contaminants, le séchage et la réémulsion thermique (refonte par fusion).
- **Recyclage tertiaire:** Ce type de recyclage est chimique et concerne l'isolation et le recyclage des composants du PET. Il s'agit d'une approche plus complexe qui nécessite un traitement chimique pour démonter le PET et réutiliser ses composants.
- **Recyclage quaternaire:** Ce niveau de recyclage concerne l'énergie contenue dans le plastique en incinérant le PET afin de récupérer son contenu énergétique.

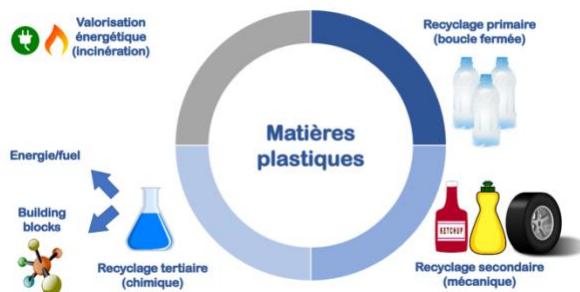


Figure 2 : Visualisation simplifiée des 4 sous-catégories de recyclage : recyclage primaire,

Références

Al-Sabagh, A. M., Yehia, F. Z., Eshaq, Gh., Rabie, A. M. et ElMetwally, A. E. (2016). Greener routes for recycling of polyethylene terephthalate. *Egyptian Journal of Petroleum*, 25(1), 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.03.001>

Le recyclage du plastique. (s. d.). *recyclagetpe*. <https://titouanchevreau.wixsite.com/recyclagetpe/le-recyclage-du-plastique>

Meftah, A. Razali, Y. (2023) *Synthèse de nouveaux matériaux à partir du recyclage des déchets plastiques* [mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem]. <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/25809>

Polyethylene terephthalate. (s.d.) Dans *Britannica*. <https://www.britannica.com/science/polyethylene-terephthalate>

Richel, A. (2020, 28 octobre). *Le recyclage des matières plastiques : enjeu économique ou mirage environnemental ?* <https://www.chem4us.be/environnement/recyclage/>

PROCÉDÉ DE RECYCLAGE CHIMIQUE

Le recyclage chimique des polymères englobe diverses technologies visant à transformer les plastiques en substances chimiques. Parmi ces méthodes, on retrouve la pyrolyse, l'hydrolyse et la gazéification. Ce procédé implique, par exemple, le traitement d'un polymère avec un solvant réactif capable de le dépolymériser et de dissoudre les produits de dépolymérisation. Lorsque le solvant utilisé est un glycol, on parle de glycolyse, tandis que pour l'eau, on parle d'hydrolyse. Les produits résultants peuvent être réutilisés pour produire de nouveaux polymères qualifiés de « recyclés chimiquement », présentant des propriétés comparables à celles des matériaux vierges.

Les différentes technologies de recyclage chimique :

- **La purification**

La purification à l'aide de solvants repose sur les principes de solubilité, permettant une séparation sélective des matrices polymères des autres matériaux. Initialement, le polymère est fragmenté par broyage, puis dissous dans un solvant approprié. Le choix du solvant varie selon les polymères, nécessitant une dissolution rapide du plastique tout en préservant l'inertie des autres contaminants. Par la suite, les solides peuvent être séparés du polymère, qui est ensuite purifié. Après purification, le polymère est exposé à une solution non solvante (processus de précipitation) pour solidification. Ainsi traité, il est considéré comme recyclé chimiquement.

- **La dépolymérisation chimique**

La dépolymérisation chimique implique la rupture des chaînes moléculaires du polymère afin de le ramener à son état de monomère initial. Les monomères ainsi obtenus sont récupérés pour être purifiés par des méthodes telles que la distillation, la précipitation ou la cristallisation.

- **La dépolymérisation thermique**

La dépolymérisation thermique, aussi appelée « thermolyse », consiste à rompre les chaînes polymères par traitement thermique. La pyrolyse, une technique largement utilisée dans le recyclage chimique des polymères, relève de cette catégorie.

Le recyclage chimique implique la décomposition du plastique jusqu'à ses composants moléculaires, transformant ainsi le matériau en matières premières utilisables pour fabriquer du plastique recyclé de qualité équivalente à celle du plastique vierge, ainsi que d'autres produits à forte valeur ajoutée. Ce procédé chimique permet l'élimination des contaminants et peut prendre en charge le recyclage de plastiques multicouches mélangés. De plus, il n'y a pas de limitation

Clinique en environnement

technique évidente quant au nombre de fois où un produit en plastique peut être traité par ce processus de recyclage avancé.

Cependant, ces technologies sont notamment critiquées pour leur haute demande d'énergie et leur importante empreinte carbone. Il s'agit essentiellement de présenter ces méthodes comme une solution complémentaire au recyclage mécanique, plutôt que comme une solution de rechange.

Références

Allen-Harris, I. (2022, 10 août). *Quelle est la différence entre le recyclage mécanique et chimique?* Energy Factor. <https://energyfactor.exxonmobil.eu/fr/science-technology/quelle-est-la-difference-entre-le-recyclage-mecanique-et-chimique/>

Polyvia. (2023, 17 janvier). *Recyclage chimique : où en sommes-nous ?* <https://www.polyvia.fr/fr/recyclage-chimique-ou-en-sommes-nous-definition-tendance>

Natural development. (2022, 7 mars). *Recyclage enzymatique et chimique du PET : Carbios et les autres.* <https://naturaldevelopment.fr/recyclage-enzymatique-et-chimique-du-pet-carbios-et-les-autres/>

RECYCLAGE CHIMIQUE DE PET

Cette approche consiste à décomposer le PET pour récupérer ses monomères clés, comprenant principalement l'acide téréphtalique (TPA), le diméthyle téréphtalate (DMT) et le monoéthylène glycol (MEG). En outre, elle permet d'obtenir des oligomères par une dépolymérisation partielle du polymère. Le recyclage chimique du PET peut être réalisé par divers procédés, notamment l'hydrolyse, la méthanolyse ou la glycolyse. La dépolymérisation du PET est rendue possible grâce à la réversibilité de la transestérification, où l'équilibre est orienté vers la dépolymérisation en présence d'un excès de produit de la réaction. Le recyclage par le procédé d'hydroalcoolyse avec du KOH s'avère être le protocole le plus efficace pour la récupération des monomères, présentant un rendement supérieur par rapport aux autres méthodes évaluées.

- **Hydrolyse**

L'hydrolyse du PET peut être faite de plusieurs façons. On peut utiliser un acide fort comme l'acide sulfurique, phosphorique ou nitrique, souvent l'acide sulfurique est choisi. On peut aussi utiliser une solution alcaline comme le NaOH ou le KOH à différentes concentrations. Les produits de la réaction sont généralement l'éthylène glycol et le téréphtalate, selon la neutralité de la solution alcaline. On peut également hydrolyser le PET avec de l'eau ou de la vapeur en présence d'acétates de métaux alcalins.

- **Méthanolyse**

La méthanolyse est un processus où le PET est décomposé en utilisant du méthanol sous haute pression et température élevée. Les produits de cette réaction sont principalement le DMT et l'éthylène glycol (EG). Différents catalyseurs sont utilisés, tels que l'acétate de zinc, l'acétate de magnésium, etc., pour générer une gamme de produits. Bien que la méthanolyse utilise des produits chimiques peu coûteux et moins nocifs, la nécessité de les utiliser et la difficulté de séparer l'EG du DMT et des résidus de catalyseur limitent son efficacité.

- **Glycolyse**

La glycolyse est un processus simple pour décomposer le PET chimiquement. Pendant la glycolyse, le PET réagit avec des glycols à des températures élevées, produisant du TPA, de EG et des polyols. Ces polyols sont utilisés pour fabriquer divers polymères.

- **Aminolyse**

L'aminolyse est une méthode chimique peu explorée pour dissoudre le PET. Elle utilise des amines telles que l'éthanolamine ou la triéthanolamine. Des produits chimiques simples comme l'acide acétique ou des

Clinique en environnement UDS

sels comme l'acétate de zinc peuvent décomposer le PET par aminolyse. Ce processus offre un bon rendement et une pureté élevée du produit final, permettant la synthèse de divers produits.

Références

Meftah, A. Razali, Y. (2023) *Synthèse de nouveaux matériaux à partir du recyclage des déchets plastiques* [mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem]. <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/25809>

PROCÉDÉ DE RECYCLAGE MÉCANIQUE DU PET

Le recyclage mécanique représente la méthode conventionnelle consistant à broyer le plastique usagé pour créer de nouveaux produits. Bien qu'il soit crucial de déployer le recyclage mécanique partout où il est possible, il ne constitue pas une solution exhaustive. À chaque recyclage mécanique, le plastique subit une dégradation et perd certaines de ses qualités, ce qui limite le nombre de cycles de recyclage. De plus, il est plus complexe de recycler mécaniquement les produits contenant différents types de plastiques, ainsi que les plastiques contenant des déchets alimentaires ou des étiquettes adhésives.

Le recyclage mécanique commence par la fusion et la transformation des déchets plastiques en nouveaux produits. Le processus comprend le tri, le nettoyage et le lavage du plastique pour produire des granulés utilisés comme matière première secondaire. Toutefois, pour être économiquement et écologiquement viable, le recyclage mécanique nécessite des quantités suffisantes de déchets plastiques homogènes, triés et séparés.

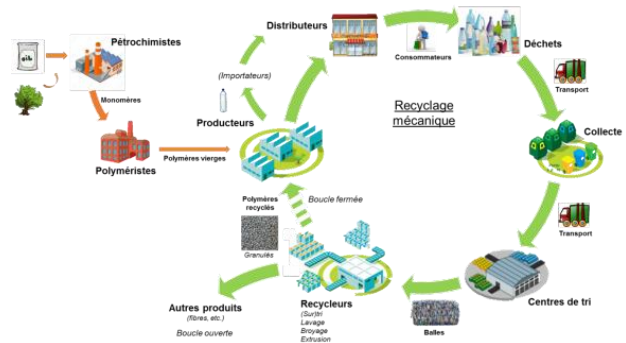


Figure 3 : Chaîne de valeur du plastique : de la ressource au recyclage des déchets post-consommation (tirée de : IFPEN)

Le recyclage mécanique implique la fusion et la transformation des déchets plastiques en nouveaux produits. Le processus commence par le tri, le nettoyage et le lavage du plastique afin de produire des granulés utilisés comme matière première secondaire pour fabriquer de nouveaux produits plastiques. Cependant, cette méthode est économiquement et écologiquement viable uniquement si des quantités suffisantes de déchets plastiques homogènes, triés et séparés sont disponibles.

De plus, la matière plastique obtenue peut parfois être considérée comme « dégradée » par rapport aux polymères vierges équivalents, en raison des processus de production et de régénération. Il est également important de noter que le recyclage mécanique des plastiques n'est pas possible indéfiniment, car il expose le plastique à des températures élevées qui accélèrent son vieillissement.

Références

Al-Sabagh, A. M., Yehia, F. Z., Eshaq, Gh., Rabie, A. M. et ElMetwally, A. E. (2016). Greener routes for recycling of polyethylene terephthalate. *Egyptian Journal of Petroleum*, 25(1), 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.03.001>

Clinique en environnement UDS

IFPEN. (s. d.). *Tout savoir sur le recyclage du plastique*. <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/climat-environnement-et-economie-circulaire/tout-savoir-recyclage-du-plastique>

Meftah, A. Razali, Y. (2023) *Synthèse de nouveaux matériaux à partir du recyclage des déchets plastiques* [mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem]. <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/25809>

Le recyclage du plastique. (s. d.). *recyclagetpe*. <https://titouanchevreau.wixsite.com/recyclagetpe/le-recyclage-du-plastique>

Polyethylene terephthalate. (s.d.) Dans *Britannica*. <https://www.britannica.com/science/polyethylene-terephthalate>

PROCÉDÉ DE RECYCLAGE ENZYMATIQUE DU PET

Le recyclage enzymatique du PET émerge comme l'un des domaines technologiques les plus prometteurs pour traiter les déchets plastiques. La technologie développée par Carbios suscite un intérêt particulier et joue un rôle central dans l'engouement pour ce secteur. Ses applications dans le retraitement des emballages et des fibres textiles sont particulièrement significatives. Un recyclage de ces matériaux, qu'ils soient clairs, opaques, complexes ou d'origine textile (polyesters) pour produire de nouveaux matériaux.

Le processus implique l'optimisation d'une enzyme capable de dégrader plus de 90 % du plastique en moins de 10 heures à une température de 72 °C. Cette enzyme agit comme un ciseau moléculaire, fragmentant les différents éléments de la matière plastique pour reconstituer le PET d'origine. Les monomères ainsi obtenus sont ensuite purifiés en vue d'être réutilisés dans la production de PET de qualité comparable à celui issu de la pétrochimie.

Le procédé de recyclage enzymatique C-ZYME® développé par Carbios met en œuvre une enzyme spécifique capable de dépolymériser le PET présent dans divers objets plastiques ou textiles. Les monomères résultants de cette dépolymérisation sont ensuite purifiés en vue d'être repolymérisés en un PET de qualité équivalente à celui issu de la pétrochimie. Contrairement aux méthodes conventionnelles, cette innovation permet un recyclage illimité de tous les types de déchets en PET (plastiques clairs, colorés, opaques, complexes, textiles polyester) et la production de produits PET 100 % recyclés et 100 % recyclables, sans aucune perte de qualité.

Cette innovation répond aux exigences croissantes des consommateurs, des autorités publiques et des industriels engagés dans le développement durable et l'écoconception des emballages. Elle permet de valoriser tous les déchets en PET, y compris ceux qui ne peuvent être traités par les technologies de recyclage existantes.

Références

Carbios. (2021, 29 septembre). *Carbios annonce le démarrage de son démonstrateur industriel exploitant sa technologie unique de recyclage enzymatique C-ZYME®*. <https://www.carbios.com/fr/demonstrateur-industriel-recyclage-enzymatique/>

Thouverez, P. (2023, 22 février). « *Notre méthode enzymatique permet de recycler toutes les formes de PET* ». Techniques de l'Ingénieur. <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/notre-methode-enzymatique-permet-de-recycler-toutes-les-formes-de-pet-119947/>

Natural development. (2022, 7 mars). *Recyclage enzymatique et chimique du PET : Carbios et les autres*. <https://naturaldevelopment.fr/recyclage-enzymatique-et-chimique-du-pet-carbios-et-les-autres/>

Tournier, V., Topham, C. M., Gilles, A., David, B., Folgoas, C., Moya-Leclair, E., Kamionka, E., Desrousseaux, M.-L., Texier, H., Gavaldà, S., Cot, M., Guémard, E., Dalibey, M., Nomme, J., Cioci, G., Barbe, S., Chateau, M., André, I., Duquesne, S. et Marty, A. (2020). An engineered PET depolymerase to break down and recycle plastic bottles. *Nature*, 580(7802), 216-219. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2149-4>

CRÉATION DE VÊTEMENTS RECYCLÉS

Le PET, un polyester synthétique, est reconnu pour sa légèreté, sa transparence et sa robustesse. Comparé à d'autres plastiques comme le PVC, il est moins dommageable pour l'environnement. Cependant, sa production implique l'utilisation de substances toxiques et de métaux lourds, contribuant ainsi à la pollution. Sa principale qualité réside dans sa recyclabilité, ce qui en fait un choix favorable pour la durabilité environnementale.

Voici les étapes de fabrication :

- 1) Collecter les bouteilles en PET récupérées dans les conteneurs d'emballage.
- 2) Trier les bouteilles par couleur ou manuellement. Les bouchons et les étiquettes sont retirés.
- 3) Broyer les emballages en petites paillettes
- 4) Broyer les petites paillettes en granulés
- 5) Laver les granuléés avec de l'eau et de la vapeur, puis décontaminer les granuléés
- 6) Faire fondre les granuléés pour former un fil
- 7) Filer les granuléés fondus par la chaleur en fil.
- 8) Tisser le fil en polyester recyclé avec d'autres tissus comme le coton biologique ou le tencel. Le fil est teint puis tissé pour créer le tissu.
- 9) Confectionner le tissu en vêtements en polyester recyclé.

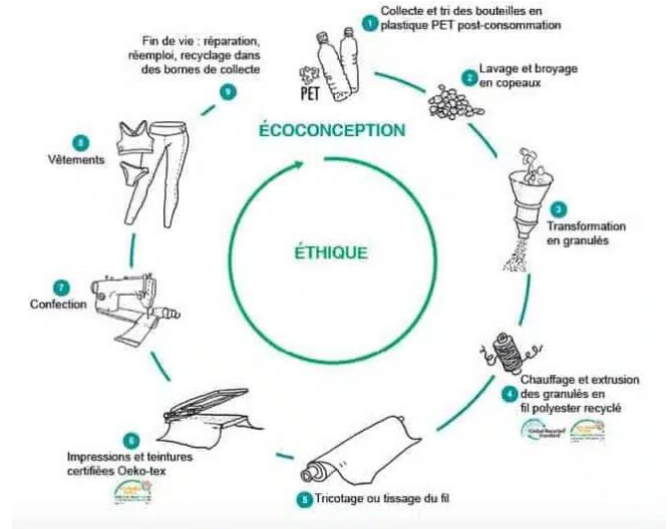


Figure 4 : Les étapes de confection des vêtements recyclés (tiré de : Rédaction, 2019)

Le PET recyclé offre plusieurs avantages environnementaux significatifs. Il réduit la dépendance aux nouvelles extractions de pétrole, diminue les émissions de CO₂ et la consommation d'énergie par rapport au polyester vierge, tout en minimisant l'empreinte écologique. De plus, en évitant

Clinique en environnement

l'accumulation de plastiques dans les décharges, il contribue à limiter les émissions toxiques et à renforcer les flux de matériaux recyclés, favorisant ainsi l'économie circulaire. De même, le processus de transformation des bouteilles en plastique en fil de polyester présente des avantages environnementaux notables, notamment en évitant la mise en décharge ou l'incinération du plastique usagé, sources importantes d'émissions de CO₂.

La production de polyester recyclé est plus économe en énergie que celle du polyester neuf. De plus, les entreprises respectueuses de l'environnement peuvent garantir la non-toxicité de leurs tissus avec des certifications comme Oeko-Tex. Ces initiatives favorisent une production textile plus durable, contribuant ainsi à la protection de la planète et à la lutte contre le changement climatique.

Références

Berroulgat, M. (2020, 9 octobre). *Comment sont faits les vêtements recyclés ?* Monsieur TSHIRT. <https://www.monsieurshirt.com/blog/comment-sont-faits-les-vetements-recycles>

Doumayrou, C. (2020, 12 août). *Le polyester recyclé est-il écologique ?* Association québécoise Zéro Déchet. <https://www.aqzd.ca/le-polyester-recycle-est-il-ecologique/>

Les Optimistes. (2019, 2 août). *Le polyester recyclé est-il une alternative durable ?* <https://www.lesoptimistes.fr/polyester-recycle-alternative-durable/>

Teefactory. (s. d.). *PET recyclé, une seconde vie pour le polyester.* <https://teefactory.fr/engagement-environnemental/pet-recycle>

Rédaction. (2019, 11 juillet). *Awahi, les vêtements de sport fabriqués en bouteilles en plastique recyclées.* Made in Marseille. <https://madeinmarseille.net/51844-awahi-les-vetements-de-sport-fabriques-en-bouteilles-en-plastique-recyclees/>

PLASTIQUE NUMÉRO 2

Le plastique numéro 2 est du polyéthylène haute densité (PEHD, ou HDPE en anglais). Ce plastique peut servir à fabriquer des produits rigides (bouteilles pour le shampoing ou le lait) ou souples (sacs). C'est un produit dont la recyclabilité est généralement bonne, mais la présence de résidus alimentaires est un obstacle à la collecte de ce matériau pour le recyclage auprès des ICI des Laurentides. L'objectif de la revue de littérature pour le plastique no.2 souillé de résidus alimentaires est de présenter des procédés de nettoyage qui permettent le recyclage de cette matière.

De manière générale, le nettoyage des produits plastiques pour leur recyclage a lieu après leur déchetage (aussi appelé broyage ou comminution). Pour ce nettoyage, l'utilisation d'un agent caustique (un produit basique) dans des conditions chaudes dégrade et retire les contaminants organiques (à moins que le plastique ne s'en soit imprégné) et les étiquettes du plastique à recycler. Ce nettoyage ne neutralise pas efficacement les odeurs. L'acétate d'éthyle peut remplir cette dernière fonction.

Références

Chappell, B., Pramanik, A., Basak, A. K., Sarker, P. K., Prakash, C., Debnath, S. et Shankar, S. (2022). Processing household plastics for recycling—A review. *Cleaner Materials*, 100158. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100158>

RECYC-QUÉBEC. (2018). *Contenants et emballages en plastique HDPE # 2*. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/fiche-contenants-emballages-hdpe2.pdf>

Soto, J. M., Martín-Lara, M. A., Blázquez, G., Godoy, V., Quesada, L. et Calero, M. (2020). Novel pre-treatment of dirty post-consumer polyethylene film for its mechanical recycling. *Process Safety and Environmental Protection*, 139, 315-324. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.04.044>

Streit, A. F., de Santana, M. P., de Oliveira Júnior, D. L., Bassaco, M. M., Tanabe, E. H., Dotto, G. L. et Bertuol, D. A. (2022). Development of a pre-treatment process of polymeric wastes (HDPE, LDPE/LLDPE, PP) for application in the qualification of selectors of recyclable materials. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 6349-6371. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01705-5>

PRÉTRAITEMENT DES PLASTIQUES SOUILLÉS DE RÉSIDUS ALIMENTAIRES POUR LE RECYCLAGE ET GESTION DES EFFLUENTS DE NETTOYAGE

Un laboratoire de génie chimique de l'Université fédérale de Santa Maria, au Brésil, a déterminé un procédé de nettoyage permettant de décontaminer le PEHD (issu d'un contenant de yogourt dans le cas de l'expérience) pour obtenir une matière ayant des caractéristiques comparables à celles du matériau vierge. Cette matière décontaminée peut donc ensuite être recyclée ou pyrolysée. Le yogourt est le seul contaminant du PEHD étudié dans cette expérience, et la question des odeurs du plastique à recycler n'a pas été abordée.

Parmi les procédés de nettoyage testés dans cette expérience, celui qui offre les meilleures performances comprend les étapes suivantes :

- 1) Prénettoyage : 7 minutes, utilisation d'eau propre uniquement, pour enlever les résidus grossiers.
- 2) Nettoyage : au moins 15 minutes, utilisation de produits chimiques pour enlever tous les résidus. La combinaison la plus efficace était l'acide sulfonique (1,16 %) + lauryle (0,53 %) + hydroxyde de sodium (0,31 %). Le temps de brassage est très important, plus que la concentration des produits utilisés. La concentration des produits chimiques et la quantité d'eau peuvent être ajustés selon le niveau de contamination des plastiques.
- 3) Rinçage : 15 minutes, utilisation d'eau propre uniquement pour enlever les produits chimiques du nettoyage.

Pour toutes ces étapes, 30 g de polymères sont traités dans 1 L d'eau à température pièce, et le brassage est réalisé à 150 rpm.

L'eau peut être réutilisée après un traitement, même si le retrait des solides dissouts est difficile, ce qui contribue à réduire les coûts. Le traitement de l'eau est réalisé selon les étapes suivantes :

- 1) Coagulation-floculation-sédimentation avec sulfate d'aluminium (4 à 5 g/L) comme coagulant.
- 2) Filtration.
- 3) Ajustement du pH.

Référence

Streit, A. F., de Santana, M. P., de Oliveira Júnior, D. L., Bassaco, M. M., Tanabe, E. H., Dotto, G. L. et Bertuol, D. A. (2022). Development of a pre-treatment process of polymeric wastes (HDPE, LDPE/LLDPE, PP) for application in the qualification of selectors of recyclable materials. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 6349-6371. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01705-5>

PRÉTRAITEMENT DES FILMS DE POLYÉTHYLÈNE POST-CONSOMMATION POUR LE RECYCLAGE

Un laboratoire de génie chimique de l'Université de Grenade, en Espagne, a étudié différentes combinaisons d'étapes pour le nettoyage des films de polyéthylène post-consommation (principalement souillés par des résidus de nourriture pour animaux) avant leur recyclage. Voici les étapes ayant donné les résultats les plus intéressants pour une implantation industrielle :

- 1) Déchiquetage.
- 2) Séchage à 60 °C : permet une décontamination plus efficace, une réduction de la consommation d'eau et une réduction des odeurs.
- 3) Nettoyage avec de l'eau à 60 °C et du NaOH pour la meilleure performance de décontamination (ratio solide : liquide de 1 : 10).

L'utilisation de NaOH, couramment utilisé dans les centres de recyclage, par rapport à de l'eau courante uniquement rend le traitement de l'effluent plus difficile (teneurs plus élevées en chlorures, en azote et en phosphore, valeurs élevées de demande chimique en oxygène et de demande biochimique en oxygène sur 5 jours qui indiquent d'importantes concentrations de matières oxydables et de matières organiques biodégradables). Il est tout de même possible de procéder à ce nettoyage en utilisant une certaine proportion d'eau recyclée obtenue en traitant les effluents du nettoyage avec des coagulants et des floculants et en procédant à une décantation. Avec l'étape de séchage, seuls les effluents provenant d'un nettoyage avec 50 % d'eau recyclée ne peuvent être rejetés tels quels selon les normes en vigueur à Grenade.

Les coûts les plus importants de ce prétraitement sont ceux des réactifs pour le traitement des effluents et pour le nettoyage avec du NaOH. La réutilisation de l'eau peut permettre de réduire ces coûts.

Référence

Soto, J. M., Martín-Lara, M. A., Blázquez, G., Godoy, V., Quesada, L. et Calero, M. (2020). Novel pre-treatment of dirty post-consumer polyethylene film for its mechanical recycling. *Process Safety and Environmental Protection*, 139, 315-324. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.04.044>