

Analyse du cycle de vie du polypropylène recyclé (r-PP) pour les conteneurs d'objets tranchants moulés par injection

juillet 2023



Introduction

Cette étude évalue les impacts environnementaux associés à la collecte et au recyclage des déchets de polypropylène (PP), ainsi qu'à leur livraison et à leur fabrication (par moulage par injection) en conteneurs pour objets tranchants à haute teneur en matières recyclées. L'opération de recyclage a lieu dans le sud du Pays de Galles, tout comme les étapes de compoundage et de moulage par injection. Une analyse plus poussée prend en compte les produits moulés par injection fabriqués à partir de PP vierge afin de pouvoir comparer les performances environnementales. La modélisation est réalisée sur la base d'une approche « du berceau à la porte », les options de fin de vie étant supposées identiques quelle que soit la source de PP.

Données et hypothèses

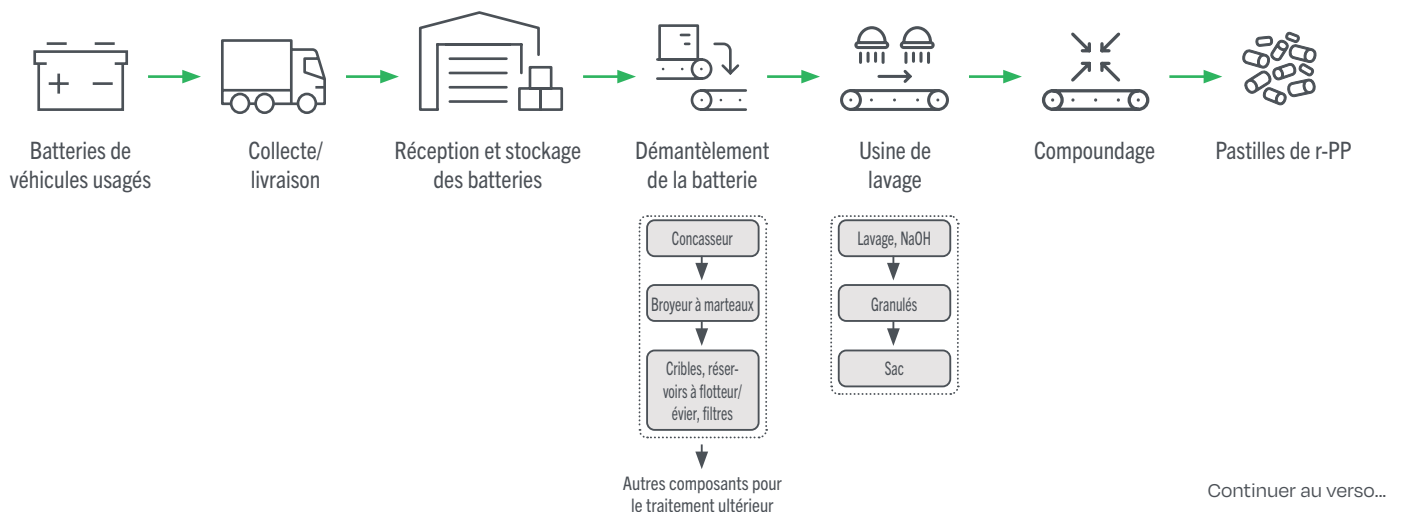
Opération de recyclage :

Le PP recyclé utilisé pour les conteneurs pour objets tranchants provient d'une usine de recyclage située à proximité du site de fabrication. La modélisation de leur processus de recyclage, y compris la collecte et la livraison des déchets sur leur site, est basée sur des discussions confidentielles avec l'usine de recyclage. Les données détaillées relatives à la masse et à l'énergie de leurs activités ont été établies sur la base des comptes d'une année complète. Le procédé consiste à récupérer des matières premières usagées provenant de l'ensemble du Royaume-Uni et à fabriquer plusieurs produits recyclés à partir de ces matières premières, y compris le r-PP. Lors d'une première étape de séparation des matériaux, le PP non lavé est séparé des composants restants, chacun d'entre eux devant subir un traitement supplémentaire avant d'être prêt pour le marché (figure 1 ci-dessous). Une approche d'allocation basée sur la masse a donc été adoptée pour répartir les charges de cette étape entre chacune des fractions intermédiaires résultantes. Une étape de compoundage distincte a lieu près du site de fabrication pour produire des granulés de r-PP finis, prêts à être moulés par injection.

Collecte et livraison aux recycleurs :

Aucune donnée explicite sur cette étape n'était disponible, bien que l'usine de recyclage ait fourni quelques détails sur les livraisons à son site. Sur la base de ces informations, une distance de transport moyenne de 200 km a été retenue. On a supposé que les camions de la catégorie >32t représentaient 75% des distances de livraison et que les camions plus petits, de 16 à 32t, représentaient le reste. Tous les véhicules sont supposés être conformes aux réglementations européennes les plus récentes en matière d'émissions (EURO6). L'effet potentiel de ces hypothèses sur les résultats globaux est examiné plus loin dans ce rapport.

Fig. 1 : Processus de recyclage du PP, tel que modélisé



Compoundage et moulage par injection :

Les intrants pour le compoundage et le moulage par injection ont été supposés identiques quelle que soit la source de PP. Les bonnes données de l'ICM pour ces procédés proviennent d'EcoInvent v31 et sont basées sur les intrants européens moyens pour les usines de transformation modernes. Les données ont ensuite été adaptées pour refléter la consommation d'électricité du réseau britannique. Ces ensembles de données comprennent des hypothèses standard concernant les fractions de déchets (après recirculation) de 2,4 % pour les déchets de compoundage et de 0,6 % pour les déchets de moulage par injection. On a supposé que ces déchets entraînent dans l'infrastructure existante d'élimination des déchets commerciaux/industriels.

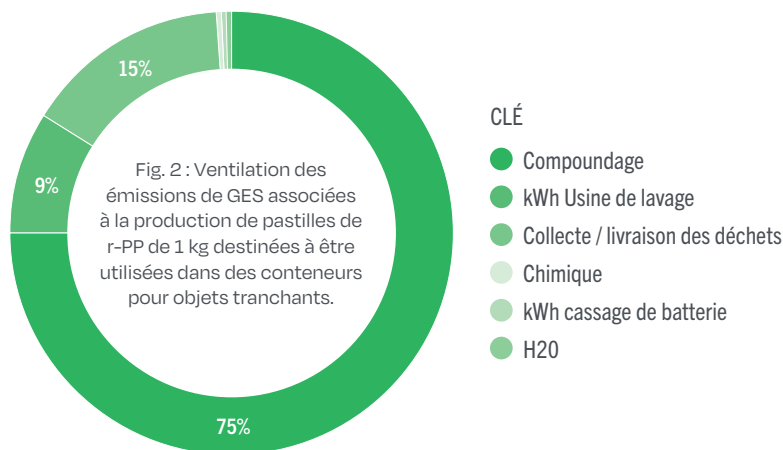
Données de l'ICM et paramètres de modélisation :

Ecoinvent v3 a été utilisé pour toutes les autres données d'entrée (consommation d'électricité, charges de transport, produits chimiques, eau, etc. Toutes les données ont ensuite été analysées à l'aide d'une approche de modélisation par coupure et de la méthode d'évaluation de l'impact ReCiPe 2016 v1 (H) midpoint.

Résultats

Recyclage du PP

L'empreinte carbone du PP recyclé produit par l'usine de recyclage et transformé en granulés est de 0,1534 kg CO₂e / kg de granulés. Il s'agit de l'empreinte du berceau à la porte, qui tient compte de tous les intrants jusqu'au moment où les granulés quittent la porte du compoundeur. Le compoundage représente 75 % de cette empreinte, tandis que la collecte/livraison des déchets aux recycleurs est le deuxième contributeur le plus important avec seulement 15 % du total (figure 2 ci-contre). La consommation d'électricité lors de l'étape de broyage des matériaux en fin de vie a été répartie entre le PP et les autres fractions recyclables séparées au cours de cette étape (à l'aide d'une méthode de répartition basée sur la masse) et cette étape représente >1% de l'empreinte du r-PP.






Effet des hypothèses relatives à la collecte et à la livraison (empreinte de l'usine de recyclage)

Alors que le compoundage est l'intrant le plus important associé à l'empreinte carbone des granulés moulables par injection, l'empreinte à l'entrée de l'usine de recyclage est plus fortement dominée par la collecte/livraison des déchets sur leur site. Cette étape représente 55 % de l'empreinte du r-PP sortant de l'usine. Peu d'informations définitives étant disponibles concernant cette étape du cycle de vie, une modélisation supplémentaire a été entreprise pour explorer l'effet potentiel des hypothèses utilisées. Cette analyse de sensibilité a modélisé une étape de transport plus lourde que celle supposée précédemment (tableau 1 ci-dessous) et a comparé les résultats globaux (figure 3 au verso). Il ressort clairement de cette analyse que les paramètres de collecte et de livraison sont un facteur important pour comprendre pleinement l'empreinte du r-PP quittant l'usine de recyclage et il est recommandé de poursuivre les travaux afin de bien définir cette empreinte.

Production de conteneurs pour objets tranchants

L'extension du périmètre pour inclure les intrants associés au moulage par injection a donné des résultats pour les conteneurs d'objets tranchants finis (figure 4 au verso). Les émissions de gaz à effet de serre associées à la production de conteneurs en r-PP s'élevaient à 1,123 CO₂e/kg de produit. Ce chiffre est inférieur d'environ 66,07 % à celui du produit en PP vierge, dont l'empreinte est de 3,31 kg CO₂e / kg.

Tableau 1 : Paramètres de modélisation utilisés pour l'étape de collecte et de livraison des déchets

	Distance moyenne de transport	200 km	300 km
	Classification des camions, poids brut	75% >32t 25% 16-32t	25% >32t 75% 16-32t
	Normes d'émissions respectées	EURO6	EURO5

Continuer au verso...



Fig. 3 : Émissions de GES, production de 1 kg de r-PP, hypothèses de transport originales et plus élevées

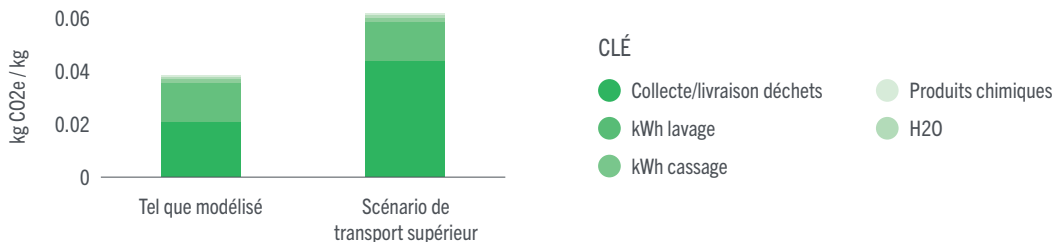
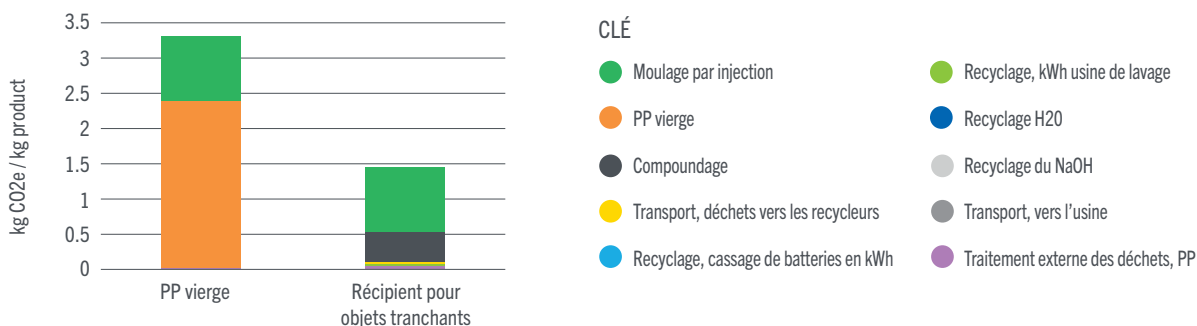


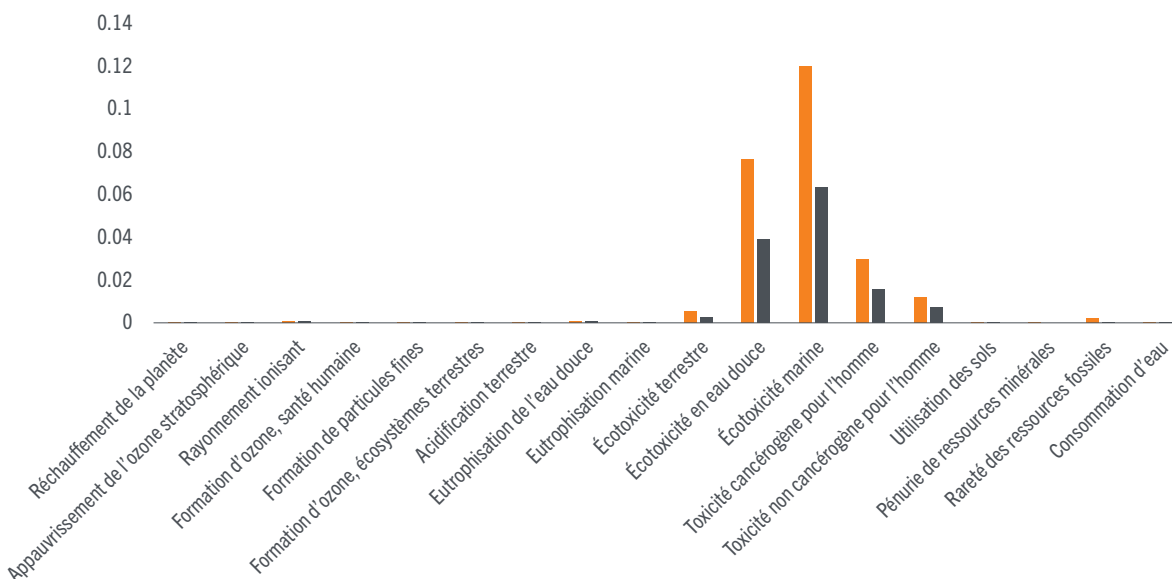
Fig. 4 : Comparaison des émissions de GES associées à la production de conteneurs pour objets tranchants moulés par injection, par kg de produit fini



Autres impacts

La normalisation est un processus qui permet de comparer l'impact relatif dans des catégories environnementales très différentes. Elle n'est pas parfaite, mais elle donne un bon aperçu des domaines de préoccupation potentiels au-delà de l'accent mis sur le changement climatique. Les facteurs associés à l'écotoxicité ont obtenu le score le plus élevé. Ils sont principalement associés à la production d'électricité, en particulier pour le compoundage, le moulage par injection et la production de PP vierge. Les conteneurs pour objets tranchants en r-PP ont obtenu des résultats inférieurs (par kg de produit) à ceux des équivalents en PP vierge dans toutes les catégories d'impact sur l'environnement (figure 5 ci-dessous).

Fig. 5 : Résultats normalisés pour tous les impacts, par kg de produit moulé par injection



Continuer au verso...



Résumé

Le recycleur qui fournit le r-PP pour les conteneurs d'objets tranchants a fourni de bonnes données. Cela a permis une analyse solide de leurs processus de production, bien que des données moins explicites aient été disponibles pour la collecte des déchets et l'étape de livraison avant l'arrivée sur leur site.

L'empreinte carbone de ce r-PP, lorsqu'il est composé en granulés moulables par injection, est de 0,1534 kg CO₂e / kg. Ce chiffre est faible par rapport au PP vierge, dont l'empreinte est généralement d'environ 1,97 kg CO₂e par kg de granulés pour une production moyenne en Europe et de 2,36 kg CO₂e lorsqu'il est acheté sur le marché mondial¹.

Le compoundage représente la plus grande partie de l'empreinte des granulés (75,49 % du total). Si l'on prend en compte les opérations de l'usine de recyclage (c'est-à-dire la production de granulés ensachés avant le compoundage), les émissions de GES associées à la collecte et à la livraison des déchets sur le site de recyclage représentent 55 % des émissions totales. Les données relatives à cette étape étant incertaines, une analyse de scénario a été entreprise pour explorer l'impact potentiel des hypothèses utilisées pour modéliser cette étape. La distance moyenne supposée, le type de camion et les émissions de gaz d'échappement ont tous été ajustés pour créer un scénario de charge plus élevée. Les résultats ont montré que la manipulation des charges de transport a un effet significatif sur l'empreinte des granulés de r-PP quittant l'usine de recyclage, ce qui suggère qu'il serait utile de poursuivre les recherches pour mieux définir cette étape.

L'extension du périmètre pour inclure le transport des granulés vers le site de fabrication et la production de conteneurs pour objets tranchants a montré que l'énergie associée au compoundage et au moulage par injection domine l'empreinte carbone du produit (91,93 % du total). Cela souligne le faible impact de l'étape de recyclage du PP. L'empreinte du conteneur pour objets tranchants lui-même est de 1,123 kg d'équivalent CO₂ par kg de produit. En comparaison, l'empreinte des conteneurs en PP vierge est de 3,31 kg d'équivalent CO₂ par kg de produit.

L'analyse des autres impacts environnementaux a montré que les aspects liés à l'écotoxicité ne doivent pas être négligés lors de l'examen des charges globales associées au produit. Toutefois, l'écotoxicité du produit r-PP a été nettement réduite par rapport à celle du produit fabriqué à partir de matériaux vierges. Dans le cas du r-PP, les charges d'écotoxicité proviennent principalement de la production d'électricité de réseau consommée pendant le compoundage et le moulage par injection. Les impacts environnementaux dans toutes les catégories évaluées par l'ACV étaient plus faibles pour les conteneurs fabriqués à partir de r-PP que pour ceux fabriqués à partir de matériaux vierges.

Enfin, il convient de noter que ces résultats concernant la production de r-PP à partir de matières premières en fin de vie sont spécifiques aux processus et à la modélisation décrits dans le présent rapport. On ne peut pas en extrapoler que d'autres procédés de valorisation donnent nécessairement des résultats identiques ou similaires. D'autres flux de déchets de PP et d'autres opérations de valorisation doivent maintenant être évalués afin d'établir une large gamme de résultats applicables à différents scénarios de valorisation du polypropylène usagé.

Be Sharp. Be Safe. Be Sustainable.

Références

1. Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, 21(9), 1218–1230.

POUR PLUS D'INFORMATIONS :

✉ info@hospidex.eu

🌐 hospidex.eu

☎ +32 16 77 89 31

 Hospidex