



Donnons ensemble une nouvelle vie à nos produits



Poursuite des travaux sur les prédécoupes sur les manchons

Synthèse publique de l'appel à projets – Mars 2024

Contexte du projet

Ces dernières années, l'utilisation de manchons sur les bouteilles en PET clair s'est développée sur le marché français afin d'apporter des fonctions étendues d'information consommateurs, de communication ou de préservation du produit. Les manchons peuvent être partiels ou couvrir l'intégralité du corps de l'emballage. La différence principale avec les étiquettes est qu'ils ne nécessitent pas de colle ; ils sont généralement rétractés par la chaleur ou la vapeur sur le corps de l'emballage.

Les manchons intégraux présents sur les bouteilles en PET posent aujourd'hui plusieurs problématiques au niveau du tri et du recyclage de ces bouteilles. En effet, ce type d'emballages, en fonction de la nature du manchon, peut venir perturber l'orientation vers les filières de recyclage appropriées. De plus, certains manchons peuvent venir dégrader la qualité et la quantité du PET recyclé final.

Il existe à date des recommandations d'éco-conception pour la recyclabilité de ces bouteilles avec manchon, délivrés par le COTREP (voir avis AG 67¹). Néanmoins, des pistes de développement peuvent être investiguées afin de répondre aux critères de recyclages des bouteilles de PET manchonnées.

Deux voies d'écoconception existent pour considérer les bouteilles PET manchonnées comme recyclables : la compatibilité du manchon avec la filière PET et la séparation du manchon via une prédécoupe en amont du centre de tri (le taux de séparation est aujourd'hui fixé à 90% en France pour considérer les deux éléments comme effectivement séparés). Citeo travaille avec l'ensemble de la

¹ <https://www.cotrep.fr/content/uploads/sites/3/2021/06/cotrep-ag67-manchons-sur-pet.pdf>

chaîne de valeur sur ces deux pistes, qui ne s'opposent pas et peuvent être combinées pour une meilleure efficacité.

Les travaux sur les prédécoupes des manchons ont commencé en 2018 dans le cadre du projet mené en partenariat par Sleever, Valorplast et Citeo et dont l'objectif était de **développer des prédécoupes et tester leur efficacité sur le retrait des manchons lors des étapes de collecte, de tri et de régénération**. Ce premier projet a mis en avant une variation du taux de retrait en fonction de critères tels que la matière du manchon, la forme de la bouteille, la taille et la position des perforations etc. sans déterminer les combinaisons exactes permettant un meilleur retrait.

Ce second appel à projets lancé par Citeo en septembre 2022 a pour objectif **d'affiner et compléter les critères techniques de conception des manchons perforés afin d'évaluer leur efficacité pour séparer le manchon de la bouteille**, dans le but de maximiser la quantité de manchons retirés lors de la collecte et du tri et ainsi favoriser le recyclage des bouteilles. Il a consisté à produire des bouteilles manchonnées avec différents designs et à les tester dans deux centres de tri représentatifs du parc Français, en conditions réelles afin de mesurer de manière empirique la pertinence des différentes solutions proposées par les candidats au projet. Enfin le projet visait à tenter de reproduire à l'échelle pilote, laboratoire ou par modélisation numérique les résultats à échelle industrielle.

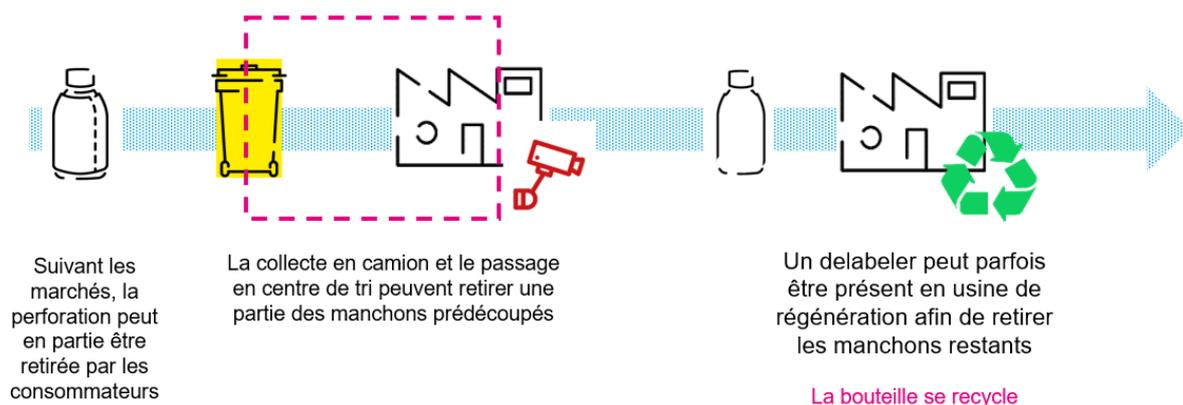


Figure 1 Schéma récapitulatif du projet

Le projet a été réalisé en collaboration entre Citeo et Valorplast et a réuni les metteurs en marché et fabricants d'emballages suivants : Novandie/Andros, Colgate Palmolive, Maison Routin, P&G, Unilever, PepsiCo, Refresco, Fuji Seal, Vuye flexible packaging, All4Labels, Reynders, CCL et Sleever.

Planning du projet

Le projet s'est déroulé de septembre 2022 à décembre 2023 avec le plan d'actions suivant :

- Publication du cahier des charges et sélection des échantillons à tester
- Production des échantillons avec prédécoupes
- Essais en conditions réelles : collecte, passage en centre de tri et mise en balle des bouteilles manchonnées. Comptages pour déterminer la quantité de manchons effectivement séparés des bouteilles.
- Essais à échelle réduite
- Analyses et conclusions techniques

Déroulé du projet

- **Echantillons étudiés :**

Les modalités de sélections des candidats/références à tester étaient les suivantes :

- Binôme à minima entre un metteur en marché et un fabricant de manchons ;
- Les emballages concernés sont des bouteilles en plastique PET clair avec un manchon partiel ou intégral, quel que soit le secteur ;
- Respecter les deux critères minimaux de perforation qui sont un ratio D (taille des perforations) sur G (espace entre les perforations) d'au moins 1.5 mm avant rétractation et un D d'au moins 0.8 mm ;

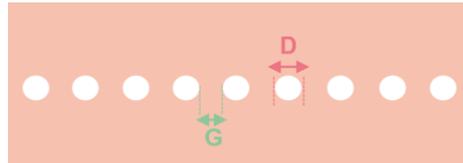


Figure 2 : Diamètre des perforations (D) et espacement entre chaque perforation (G)

- Répondre à l'une (ou plusieurs) des six catégories ci-dessous :
 - Cat 1 : 250 bouteilles avec deux lignes de perforation parallèle et 250 bouteilles avec deux lignes de perforation positionnées entre 45° et 135° l'une de l'autre.
 - Cat 2 : 250 bouteilles avec un manchon en PETG et 250 bouteilles avec un manchon d'une autre matière avec un ratio D/G le plus proche de 3 (donc au-delà des critères minimaux).
 - Cat 3 : 250 bouteilles d'une forme définie et 250 d'une autre forme, avec la même matière de manchon, la même épaisseur, la même perforation (toute variation liée à des contraintes de production devra être expliquée),
 - Cat 4 : 250 bouteilles utilisant un manchon et 250 bouteilles avec le même design de manchon mais utilisant un film avec une orientation différente en amont de la mise en forme du manchon
 - Cat 5 : 250 bouteilles de 330 ou 500ml et 250 bouteilles de 1 litre avec la même forme de bouteille, le même design de manchon.
 - Cat 6 : 250 bouteilles avec une forme permettant d'avoir deux rétreints différents entre le col et le fond de la bouteille.

Au total, 11 projets ont été sélectionnés, tous avec des bouteilles en PET clair recouvertes d'un manchon intégral (10 projets) ou partiel (1 projet). Les échantillons choisis pour les essais ont été sélectionnés afin d'étudier l'influence de différents paramètres :

- Les valeurs de D et G, D allant de 0,8mm à 1,5mm et D/G de 1,5mm à 3,6mm
- L'emplacement des perforations : lignes parallèles ou espacées entre 90° et 180°
- La matière du manchon : PETg, SPET, PET cristal et PO
- La forme de la bouteille : ovale, carrée, spray ou encore goutte

Pour chaque projet, deux bouteilles ont été produites (A et B) avec un seul un paramètre qui change entre les deux configurations.

- **Essais en conditions réelles : collecte et tri**

Deux essais en centre de tri en conditions réelles ont été réalisés, avec 2 000 échantillons testés pour chaque essai. Le protocole a été défini comme suit :

- **Préparation des échantillons** : les bouteilles manchonnées ont été marquées pour les essais à l'aide de bombes de couleur visible et détectable par les trieurs optiques des deux centres de tri : sur le manchon mais aussi sous la bouteille et sur le bouchon afin de faciliter l'identification des bouteilles si le manchon se retire.
- **Collecte** : l'objectif est d'intégrer nos échantillons dans la collecte sélective afin de déterminer l'impact des prédécoupes sur le retrait des manchons à cette étape. Les échantillons ont ainsi été intégrés par dizaine directement dans les bacs de tri, le camion de collecte les a ensuite ramassés pour les décharger au centre de tri. Un comptage est alors réalisé parmi la matière déversée afin de déterminer le nombre d'échantillons de bouteilles manchonnées dont le manchon s'est retiré, et le nombre de bouteilles avec manchon toujours présent.



Figure 3 : Photo de l'étape de collecte en porte à porte (PAP)



Figure 4 : déchargement de la collecte sélective (CS) en centre de tri

Après le comptage, les échantillons sont replacés dans la collecte sélective afin de pouvoir les réintégrer dans le processus de tri pour la suite des essais. Seules les bouteilles prélevées dont le manchon s'est complètement retiré ne sont pas réintégrées.

- **Tri et mise en balle** : suite à la collecte, la matière est passée sur l'ensemble de la ligne des deux centres de tri afin de vérifier son impact sur le retrait des manchons. Les échantillons sont captés sur chaque ligne en cabine d'affinage et ensuite comptés de la même manière qu'à l'étape de collecte. Les échantillons sont ensuite réinjectés au niveau de l'alvéole PET clair de façon à avoir les échantillons mélangés au flux (hormis les échantillons dont le manchon s'est retiré qui ne sont pas réinjectés). La mise en balle de PET clair est réalisée et la balle est isolée. La balle est ensuite ouverte et les échantillons sont comptés comme précédemment.
- **Conclusions sur les essais réalisés en conditions réelles et recommandations de conception des prédécoupes**

Les résultats des différents essais réalisés ont été analysés afin d'isoler les paramètres qui permettent un meilleur retrait du manchon. Cette analyse s'est faite sur la base du cumul des taux de retrait aux étapes de collecte, tri et mise en balles. Seuls les pourcentages de manchons entièrement retirés (bouteille nue) sont pris en compte pour garantir l'efficacité de la perforation.

Les essais du précédent AAP ont montré une séparation d'environ 30% des manchons. Pour ce nouvel AAP 2022, les partenaires du projet se sont fixé l'objectif de dépasser 70% de retrait via un travail plus précis sur le design du manchon.

Attention, aucun résultat des essais en CDT ne montre un retrait de manchons à 100% : des bouteilles avec manchons vont donc rester dans le gisement, pouvant être orientées vers les flux de PET clair ou coloré et donc venir perturber le processus de recyclage s'il s'agit de matériaux non compatibles au recyclage des deux flux.

L'ensemble des catégories et bouteilles analysées font ressortir les critères pour les prédécoups favorisant la séparation du manchon, par ordre de priorité :

1. Ratio D/G supérieur à 3 ou proche de 3
2. D proche de 1,2 (en comparaison avec 0,8 d'après le précédent AAP)
3. Des lignes de perforations espacées entre 90° et 180°
4. Privilégier un manchon partiel en PO ou alors un manchon partiel/intégral en PET cristal ou SPET ou PETg (le manchon en PET d<1 n'a pas été testé lors du projet) ou intégral en PO
5. La rigidité de la bouteille a un impact négatif sur le retrait du manchon : plus la bouteille est épaisse, moins le manchon va se retirer (car la bouteille ne se compacte pas). Des travaux d'allègement de l'épaisseur doivent être réalisés avant d'envisager l'ajout de prédécoups.

En termes de recommandations d'éco-conception générales, les tendances suivantes peuvent être définies, ayant prouvé une séparation de plus de 70% des manchons :

Recommandation n°1

- Manchon partiel en PO : garantit la compatibilité au recyclage des bouteilles PET
- D/G proche ou supérieur à 3
- D proche de 1,2
- Lignes de perforation espacées entre 90° et 180°

Recommandation n°2

- Manchon intégral en PO : garantit la compatibilité au recyclage des bouteilles PET
Ou
- Manchon partiel ou intégral en PETg, PET cristal ou SPET : matériaux non compatibles au recyclage des bouteilles PET clair*
- D/G proche ou supérieur à 3
- D proche de 1,2
- Lignes de perforation espacées entre 90° et 180°

**A noter : avec les recommandations actuelles du COTREP et le taux de séparation de 90% à atteindre en France, cette conception ne permet pas d'assurer, à date, la compatibilité au recyclage des bouteilles PET.*

- **Essais à échelle réduite**

La deuxième étape du projet consistait à reproduire les résultats des essais de collecte (étape la plus impactante en termes de retrait des manchons) à échelle réduite. L'objectif à terme serait de développer un test rapide (Quick Test ou QT) pour permettre à un industriel qui souhaite tester de nouvelles perforations de valider leur efficacité en amont du développement. Reproduire les essais en

centre de tri n'est pas envisageable pour un metteur en marché ou un fabricant de manchon (extrêmement lourd et chronophage, accès au centre de tri et à la matière).

A cet effet, un fabricant de machines à presse, a été sollicitée afin d'utiliser leur presse à balle verticale au sein de leur centre de test.

Près de 900 échantillons, tous projets confondus, ont été utilisés pour ces essais. L'objectif de cet essai est de **reproduire la compression d'un camion de collecte**. Après un essai de calibrage, les bouteilles manchonnées sont incorporées afin de vérifier si les taux de retrait correspondaient à ceux des essais en centre de tri.

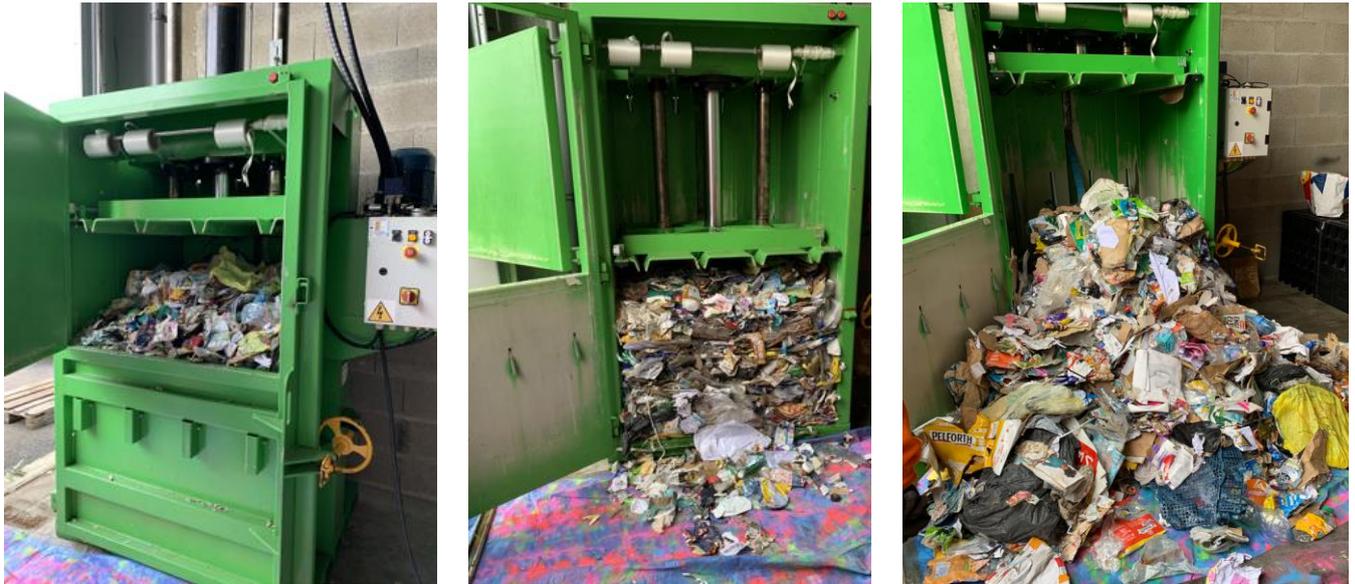


Figure 5 : Compaction et vidage de la CS lors de l'essai de calibrage

Les conclusions sont :

- Lors du comptage, très peu de bouteilles ont un manchon qui s'est retiré ou a été partiellement perforé. Même en augmentant la pression, les taux de retrait sont très faibles et ne correspondent pas à ceux des essais de collecte et tri. Cela s'explique en partie par l'absence de friction entre les emballages et également par l'absence de la répétabilité du cycle de compaction comme dans un camion de collecte, à l'origine du retrait des manchons. Dans un camion de collecte, les emballages sont compactés mais aussi brassés, ce qui provoque ces frottements et permet la fragilisation des manchons. Ces mouvements de brassage ne peuvent pas être reproduits grâce à la presse à balles du test, ce qui explique la différence de résultats.
- L'utilisation d'une presse à balles pour simuler la compaction en camion de collecte des bouteilles manchonnées n'est donc pas concluante.
- Enfin, un peu moins de 1 000 emballages ont été utilisés pour réaliser cet essai. Ce nombre reste très élevé dans le cadre d'un essai « à échelle réduite » et ne permet pas de répondre au besoin initial.

Conclusions

Ce projet, mené en partenariat par Citeo et Valorplast, a permis de compléter les conclusions du précédent appel à projets et de déterminer plus précisément les paramètres permettant un meilleur retrait des manchons, cités ci-après par ordre de priorité :

- un ratio D/G supérieur ou proche de 3, D proche de 1,2 (en comparaison avec 0,8 d'après le précédent AAP)
- des lignes de perforations espacées entre 90° et 180°
- privilégier un manchon partiel en PO ou un manchon intégral en PO ou un manchon partiel/intégral en PET cristal ou SPET ou PETg.
- Il a également été prouvé que la rigidité de la bouteille a un impact négatif sur le retrait du manchon : plus la bouteille est épaisse, moins le manchon va se retirer (car la bouteille ne se compacte pas).

Les essais menés en conditions réelles en collecte et centre de tri ont permis de mesurer l'efficacité réelle de ces prédécoupes. : le taux moyen de retrait des manchons après les étapes de collecte, tri et mises en balles est de 36%, en comparaison avec le taux de retrait moyen du précédent appel à projets qui était de 31%.

La différence notable concerne le taux de retrait maximum, ici à 86% alors qu'il n'était que de 51% lors du dernier appel à projets. A noter que ces taux excluent notamment l'étape de delabeler, équipement parfois présent chez les régénérateurs, pouvant retirer encore quelques manchons.

Les essais réalisés à échelle réduite, avec une presse à balles, n'ont pas permis de reproduire les essais en conditions réelles. Ce type d'équipement n'est pas concluant pour notre projet et cela s'explique d'une part car il ne permet pas de reproduire le brassage du camion de collecte, et d'autre part car la quantité de matière requise est trop importante pour qualifier cet essai « d'échelle réduite ».

Enfin, ce projet a été l'occasion d'harmoniser la méthode de mesure des perforations lors de la fabrication et pose des manchons. La méthodologie validée consiste à mesurer les perforations sur le manchon à plat, avant rétractation : cela s'explique par une diversité d'outils de perforations et donc des résultats différents. Il conviendra donc pour les fabricants de manchons de paramétrer leur outil pour garantir les valeurs de D et G souhaitées.

Perspectives

Ce projet a permis de déterminer les critères favorisant la séparation du manchon lors des étapes de collecte et tri. La résistance de ces prédécoupes au niveau des étapes logistiques n'a pas été étudiée. Cette étape devra être validée en cas d'industrialisation du système de prédécoupes.

Il est important de garder en tête que l'ajout de perforations ne permet pas de rendre l'emballage recyclable pour le moment. A date, seule l'utilisation de matériaux et d'encres qui répondent aux recommandations du COTREP permettent de garantir la recyclabilité.

Avec la méthode d'évaluation de la recyclabilité définie par Citeo actuellement, même avec un taux de séparation de la bouteille et du manchon supérieur à 90%, seuls les manchons de densité < 1 permettraient de rendre l'emballage recyclable pour les bouteilles en PET*.

Avec les travaux de normalisation en cours au niveau européen, la méthode d'évaluation de la recyclabilité devrait être modifiée. Il est possible que même avec un matériau de manchons non compatible d'après les recommandations du COTREP, la bouteille manchonnée soit considérée comme recyclable s'il est prouvé que la bouteille et le manchon se séparent de manière significative (pourcentage en cours de définition). Ce point restera à confirmer lors de la finalisation des travaux européen en cours.

**car dans la méthode Citeo actuelle si on prouve que la séparation des éléments est supérieure à 90% (avec 100 emballages dans 3 centres de tri), on peut analyser la recyclabilité des deux composants séparément. Si un des deux composants est non recyclable, c'est tout l'emballage qui est non recyclable. Dans le cas d'un manchon, la bouteille serait recyclable, mais seuls les manchons de densité < 1 permettraient d'obtenir une bouteille manchonnée recyclable.*