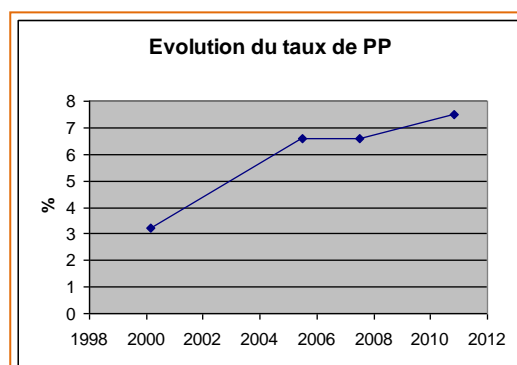


Avis général

Influence du taux de polypropylène (PP) dans le flux de bouteilles et flacons en Polyéthylène Haute Densité (PEHD)

1/ ANALYSES DU TAUX DE PP DANS LE FLUX DE PEHD :

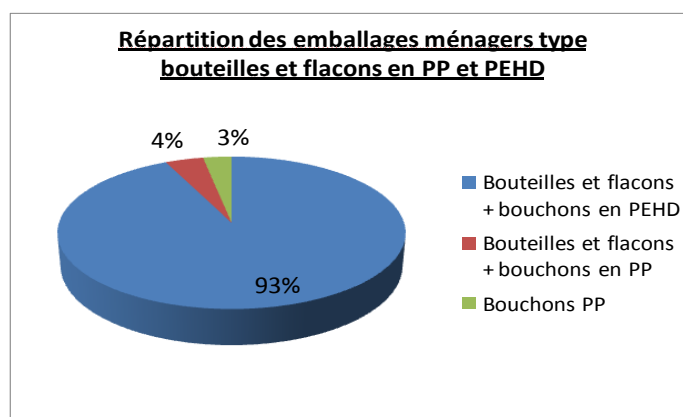
DATE DES ESSAIS	NOMBRE D'ECHANTILLONS ANALYSES	TAUX DE PP MESURE
FEVRIER 2000	9	3,2 +/- 0,3%
JUILLET 2005	5	6,6 +/- 0,5%
JUILLET 2007	7	6,6 +/- 0,5%
OCTOBRE 2010	7	7,5 +/- 0,3%



- Le taux de PP dans le PEhd a fortement évolué entre 2000 et 2010, suite à l'ouverture du gisement PEhd aux bouteilles et flacons PP en 2003. On peut donc considérer que les 3.2% présents en 2000 correspondent majoritairement aux bouchons en PP.

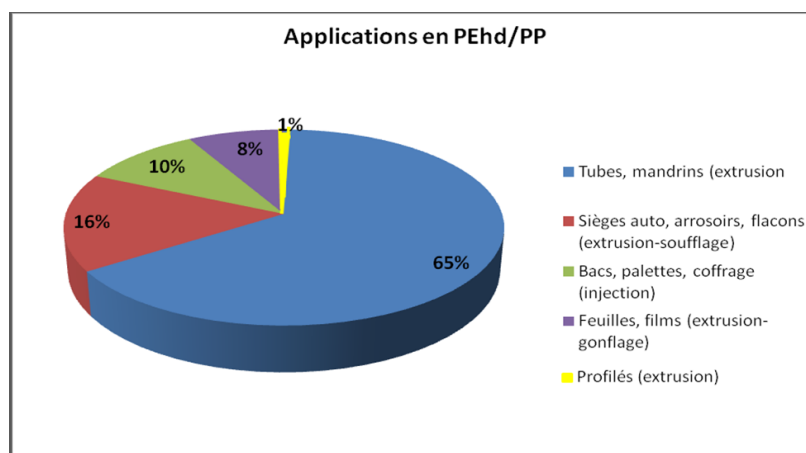
- Ce taux s'est ensuite stabilisé à 6.6% entre 2005 et 2007. Identiquement, nous pouvons considérer qu'environ un peu plus de 3% de ces 6.6%, soit la moitié, provient des bouchons, les 3% restant proviendraient donc des flacons et bouteilles en PP.

- En 2010, de nouvelles analyses montrent que ce taux est passé à 7.5%. cette augmentation peut s'expliquer par le passage de certains flacons initialement en PEhd vers le PP.



2/ PP ET RECYCLABILITE – ESSAIS REALISES ET RESULTATS

a. Débouchés du flux PEhd/PP en 2009



b. Analyses préliminaires (juillet 2005)

Des éprouvettes ont été réalisées par **moulage-compression** suivi d'un estampage, à partir d'échantillons contenant diverses proportions de PE et de PP.

L'indice de viscosité (MI²) et la résistance au choc (essais Charpy) ont ensuite été mesurés.

Les résultats sont les suivants :

- ⇒ Un ajout jusqu'à 10% de PP n'a pas d'influence significative sur les propriétés mécaniques du mélange.
- ⇒ Pour des additions >10% de PP le mélange devient très fragile et n'est donc pas recommandé.

En conséquence, nous avons décidé d'effectuer des tests de recyclage avec ajouts de différentes concentrations de PP afin de mieux cerner le seuil critique de la concentration de PP dans le PEhd.

c. Essais de recyclage

Différents tests de mise en œuvre (extrusion de tubes, extrusion-soufflage de bouteilles) et d'évaluation des propriétés mécaniques (compression et rupture) ont été réalisés et ont nécessité l'élaboration de plusieurs échantillons. Le déroulement de cette étude et les résultats obtenus sont détaillés ci-après (cf résultats dans le tableau final).

- Base de l'échantillonnage

Témoin T : granulés de référence, recyclé R-PEhd, obtenus par régénération à partir de balles de bouteilles provenant de la collecte française et comportant moins de 10 % de PP.

Echantillon E : granulés de proportion variable en PP.

- Extrusion de tubes

Les tubes extrudés sont des tubes double paroi, annelés extérieur (en PEhd vierge) et lisses intérieur (en R-PEhd recyclé).

- Des tubes ont été extrudés pour le témoin (T) contenant 6-7% de PP et pour un échantillon (E1) présentant 13 à 14 % de PP. Dans les deux cas, des paramètres d'extrusion similaires ont été utilisés (200 à 220°C)
- Une fluidité plus basse de l'échantillon E1 a été constatée lors de cette extrusion
- Des essais de compression et de choc ont ensuite été réalisés sur ces deux types de tubes

- Extrusion-soufflage de bouteilles et tests de résistance

- Test d'extrusion-soufflage (test 1) :

La transformation par extrusion-soufflage a été réalisée à la fois sur un témoin présentant 6 à 7 % de PP et sur le même échantillon E1 (13 à 14 % de PP).

Lors de l'extrusion-soufflage du témoin et de l'échantillon en bouteilles, on observe dans les deux cas une ligne de soudure sur le fond des bouteilles.

Des différences de réglages entre le témoin et l'échantillon ont été nécessaires pendant la phase d'extrusion-soufflage :

- la pression en bout de vis est supérieure dans le cas du témoin,
- la vitesse de vis a dû être augmentée pour extruder l'échantillon.

L'utilisation de paramètres distincts entre témoin et échantillon laisse supposer de leurs propriétés mécaniques différentes. Afin de valider cette hypothèse, des tests de résistance ont été réalisés.

- Test de résistance aux chocs et à la rupture (tests 2) :

La proportion seuil de PP pour laquelle apparaissent des modifications dans les propriétés mécaniques du matériau a été évaluée à 10 % (cf. 2/b). Afin de compléter cette étude, la résistance à la rupture (chute) a également été testée.

Pour cela différents échantillons (E2, E3, E4 et E5) (dont les proportions de PP varient de 0 % à 9.7 %) ont été réalisés

Lors de cette mise en œuvre, les vitesses de vis et du flux de matière dans l'entrefer filière ont dû être légèrement augmentés dans le cas des échantillons contenant du recyclé PEhd/PP. Mais d'une manière générale, tous les échantillons ont montré une mise en œuvre aisée.

Conditions des tests de chute :

Impact sur la face avant de bouteilles remplies, bouchonnées puis lâchées au dessus d'une plaque métallique inclinée. Ces essais sont réalisés à température ambiante et à - 18°C (rupture à froid).

- Compression dynamique

La résistance des bouteilles a été testée en compression au niveau de la ligne de soudure (compressions en « top load » et en « side load ») sur l'ensemble des témoins et échantillons utilisés dans le cadre des tests 1 et 2.

d. Synthèse des différents essais de recyclage réalisés et résultats

• **Tableau récapitulatif des essais réalisés**

Type d'essai	Tube		Bouteille : série de tests 1		Bouteille : série de tests 2			
	Témoin	Echantillon	Témoin	Echantillon	Témoin	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Taux de PP	6-7%	13-14 %	6-7%	13-14 %	0 %	8 %	9.3 %	9.7 %
Analyse de la transformation	Pas de problème constaté lors de l'extrusion de tube pour le témoin et l'échantillon		Nécessité d'ajuster les paramètres de transformation entre le témoin et l'échantillon		Le témoin et les échantillons ont montré une mise en œuvre aisée			
Analyse tests de choc/chute	Les essais de choc sont satisfaisants pour le témoin et l'échantillon		Tests non réalisés		Aucune rupture	Rupture sur ligne de soudure pour chute de 5.6 m (à froid) et 6 m (à température ambiante)	A froid : rupture sur ligne de soudure à 1,3 m A température ambiante : rupture sur goulot à 4,7m	A froid : rupture sur ligne de soudure à 1,3 m A température ambiante : rupture sur ligne de soudure à 4,5m
Analyse tests de compression	Les essais de compression sont satisfaisants pour le témoin et l'échantillon		Pas de rupture	Rupture de la bouteille, au niveau de la ligne de soudure, pour des compressions très faibles	Il n'y a pas de différence sensible entre le témoin et les échantillons pour les tests de compression			

• **Analyse des résultats**

Dans le cas de la transformation en tube : l'ajout de PP dans les proportions testées n'entraîne **pas de différence significative au niveau de la transformation et des propriétés**.

Dans le cas de la transformation en bouteille : on constate une **moins bonne tenue mécanique des échantillons contenant du PP**. Cette fragilisation se traduit par rupture au niveau de la ligne de soudure. Ce type de rupture dite « fragile » s'explique par l'apparition d'une phase PP non soluble dans celle de PEhd dès que les taux de PP approchent des 10%.

CONCLUSION

La proportion de PP présente dans le gisement ménager français de bouteilles et flacons en PEhd/PP ne pose aujourd'hui **pas de problème au niveau des principales applications concernées** (extrusion de tubes, extrusion-soufflage de corps creux).

Cette proportion semblait s'être stabilisée autour de 6.5 % depuis 2005 mais a de nouveau **augmenté en 2010 pour être mesurée à 7.5 %**. Le taux présent actuellement dépasse le seuil requis pour certaines applications. **Toutefois, les recycleurs s'en accommodent aujourd'hui en effectuant des opérations de dilution.**

Dans l'hypothèse où **cette augmentation deviendrait significative** (proportion > 10 %) il serait alors nécessaire d'effectuer **une séparation entre les bouteilles en PP et celles en PEhd** (possible aujourd'hui par reconnaissance infra-rouge).

La faisabilité technique et économique d'une nouvelle filière spécifique au PP pour les recycleurs reste à évaluer et pourrait s'avérer intéressante et déboucher sur la mise en place d'un système viable et rentable.