



AVIS GÉNÉRAL 70

Impact des structures PE/PA lors de la régénération par recyclage mécanique des emballages ménagers souples PE

RÉSUMÉ

Cet avis général a pour but d'évaluer le comportement à la régénération d'emballages ménagers souples en PE intégrant une barrière polyamide (PA).

Le COTREP a émis en 2021 un premier avis concernant l'impact des structures PE/PA sur la régénération par recyclage mécanique des emballages souples ménagers en PE en se basant sur les structures commercialisées à cette date. Depuis cet avis, de nouveaux développements ont été réalisés en Europe. Le COTREP a décidé de mener une nouvelle étude en prenant en compte l'évolution des structures d'emballages observée depuis l'étude réalisée en 2021 afin d'en évaluer certaines.



Centre de tri
Aptitude du déchet
d'emballage à être orienté
vers le régénérateur



Régénération
Aptitude du déchet d'emballage
à être transformé en paillettes
ou granulés prêts à l'emploi



Utilisation du recyclé
Aptitude des paillettes ou des
granulés à être transformés en
de nouveaux produits

Champs de l'étude

Le PA est un polymère principalement utilisé en tant que barrière dans des structures d'emballages souples afin de répondre à une demande de protection des produits.

Les étapes de tri ne permettent pas une séparation à 100 % des structures PE/PA du flux PE : ainsi une quantité de PA se retrouve dans le flux PE. Le COTREP a donc testé l'impact que peuvent avoir ces emballages lors de la régénération des souples PE.

Les résultats obtenus montrent que l'impact des structures PE/PA est variable selon les typologies et les dosages de PA, de tie layer ou encore de compatibilisant utilisés. Selon les structures utilisées, le PA peut apporter une instabilité lors du procédé d'extrusion-gonflage et/ou une variation des propriétés des granulés rPE obtenus. Il n'y a pas d'impact notable de l'utilisation additionnelle de compatibilisant PE greffé avec du MAH sur les structures coextrudées utilisant du PA 6 ou du PA 6/6,6.

En conclusion, en l'état actuel des équipements et des techniques utilisés, le COTREP a classé certaines structures PE/PA avec une compatibilité limitée présentées dans le tableau ci-dessous. Le COTREP pourra réévaluer cet avis au regard des évolutions des structures PE/PA présentes sur le marché, des technologies de tri ou de recyclage ou des exigences de qualité sur la matière recyclée.

STRUCTURES PE/PA	AVIS COTREP
Structure PE/PA produite par lamination avec ≤ 25 % de PA 6 et $\geq 0,15$ g de compatibilisant PE greffé avec ≥ 1 % de MAH / g de PA	Compatibilité limitée

Structure PE/PA produite par coextrusion avec ≤ 15 % de PA 6 et $\geq 0,9$ g de tie layer PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH / g de PA	Compatibilité limitée
Structure PE/PA produite par coextrusion avec ≤ 15 % de PA 6/6,6 ayant une température de fusion ≤ 192 °C et $\geq 0,7$ g de tie layer PE greffé avec $\geq 0,1$ % de MAH / g de PA	Compatibilité limitée
Autres structures PE/PA	Non compatible

1. CONTEXTE

Le polyamide (PA) est un polymère principalement utilisé dans l'emballage pour ses propriétés barrières à l'oxygène permettant une meilleure protection et conservation des produits et pour ses propriétés facilitant la mise en forme des emballages tout en offrant une meilleure résistance à la perforation. Les marchés du frais tels que le saumon fumé, le fromage râpé, les fromages à pâte cuite et la salaison utilisent aujourd'hui une barrière de type PA pour la conservation du produit. En 2024, en France, 20 000 tonnes d'emballages souples utilisent une barrière PA.

Le PA 6 est largement utilisé dans les structures PE/PA, qu'elles soient produites en coextrusion ou par lamination. La désignation « 6 » correspond au nombre d'atomes de carbone du monomère constitutif du polyamide. Il existe également différents copolymères de PA qui peuvent être utilisés pour la coextrusion, par exemple le PA 6 / 6,6. Ce dernier est un copolymère de PA 6 et PA 6,6, et est le copolymère le plus utilisé dans l'emballage pour les structures coextrudées. En effet, sa température de fusion plus basse est plus proche de la température de transformation du PE ce qui est un avantage lors de la fabrication des films.

Les polyéthylènes greffés avec de l'anhydride maléique (MAH) peuvent être utilisés comme tie layer entre le PE et le PA mais également comme compatibilisant en mélange dans la couche PE. L'anhydride maléique permet de lier les polyoléfinés avec des polymères polaires, tels que le PA. L'objectif de cet ajout comme compatibilisant est de faciliter l'homogénéisation entre des polymères de natures différentes et ainsi de limiter les impacts de la présence du PA lors de la régénération par recyclage mécanique des souples PE. L'efficacité de l'anhydride maléique en tant que liant dépend du procédé de fabrication utilisé pour le greffage sur le PE et de la quantité de MAH effectivement greffée. La mesure de la quantité de MAH n'est pas normée à date et n'est pas communiquée avec précision par les fabricants pour des raisons de confidentialité.

Les PA possèdent une température de fusion pouvant varier entre 190 °C et 220 °C selon les types de copolymères. Cette température est bien supérieure à celle des PE qui se situe entre 110 °C et 130 °C selon les grades. Le PA, par sa nature chimique, a tendance à capter l'humidité. La différence de température de fusion entre le PA et le PE ainsi que l'humidité pouvant être amenée par la présence de PA justifient que les régénérateurs cherchent à écarter les souples PE/PA qui peuvent impacter négativement leur procédé de régénération et/ou la qualité de la matière recyclée produite.

Le COTREP a émis en 2021 un premier avis concernant l'impact des structures PE/PA sur la régénération par recyclage mécanique des emballages souples ménagers en PE en se basant sur les structures laminées et coextrudées commercialisées à cette date.

Au regard de la difficulté de se passer de barrière PA pour certaines applications marchés mentionnées dans cet avis, de nouveaux développements ont été réalisés depuis 2021 en Europe. Certaines proportions de tie layer (couche liante), voire de compatibilisant dans la structure de l'emballage et/ou différents types de PA peuvent être envisagés dans l'objectif d'améliorer la compatibilité des structures PE/PA avec la régénération des souples PE.

Le COTREP a donc décidé de mener une nouvelle étude en prenant en compte l'évolution des structures d'emballage proposées depuis l'étude réalisée en 2021 afin de les évaluer.

Cet avis a pour but d'évaluer l'impact de la présence de structures PE/PA dans des emballages souples ménagers en PE lors de la régénération.

2. COMPORTEMENT EN RÉGÉNÉRATION

2.1. Principe et critères d'analyses

L'étude menée par le COTREP a consisté à évaluer l'impact d'emballages souples PE multicouches avec une barrière de type PA sur le procédé de régénération par recyclage mécanique et sur la qualité du PE recyclé (rPE¹) issu des emballages souples ménagers.

Ces essais ont été menés à l'échelle pilote sur la base des protocoles définis par le COTREP pour le recyclage des souples PE. Les protocoles sont représentatifs des pratiques industrielles des régénérateurs recevant des flux français.²

Différents critères physico-chimiques ont été mesurés lors des phases de test et comparés à ceux d'un échantillon de référence composé à 100 % de rPE.

2.2. Echantillons testés

Les structures d'emballages contenant du PA peuvent se différencier par le type de PA utilisé et par le procédé de fabrication permettant de lier le PE avec le PA.

Les structures PE/PA peuvent être fabriquées selon 2 procédés :

Par coextrusion : Différents polymères sont extrudés pour former un seul et même film. Un tie layer doit être utilisé : il sert d'interface entre la couche PE et la couche PA pour assurer la cohésion des deux couches. Le tie layer est un polymère PE avec un greffage de type anhydride maléique (MAH) dont le taux de greffage est variable selon les références de tie layer.

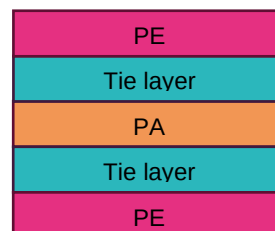
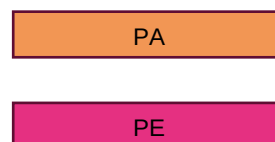


Schéma d'une structure PE/PA produite par coextrusion

Etape 1 : production du film PA et production du film PE



Etape 2 : production de la structure PE/PA par lamination

Par lamination : Différents films préalablement extrudés sont associés par lamination avec l'utilisation d'un adhésif pour associer la couche PE et la couche PA.

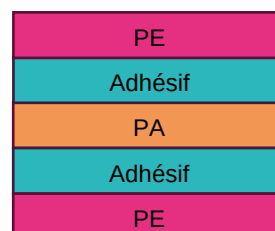


Schéma d'une structure PE/PA produite par lamination

¹ rPE signifie PE recyclé, c'est-à-dire de la matière recyclée issue de la régénération d'emballages ménagers en souple PE

² Pour plus d'informations, voir les protocoles Souple PE-1 et Souple PE-2 sur le site du COTREP : www.cotrep.fr

Après une analyse de marché, différentes structures ont été sélectionnées incluant du PA 6 ou du PA 6 / 6,6, associés à différents tie layers et compatibilisants. Elles ont été approvisionnées auprès de plusieurs fournisseurs afin d’avoir une représentation des différentes structures PE/PA envisageables dans l’optique d’améliorer la compatibilité avec le recyclage mécanique des souples PE. Les films ont été testés sans résidus alimentaires.

Les échantillons testés sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

Type de polyamide	Procédé de fabrication	Tie layer	Compatibilisant de type PE avec MAH (anhydride maléique)
PA 6	Lamination	/	/
PA 6	Lamination	/	0,15 g de PE greffé avec > 1 % de MAH / g de PA
PA 6	Coextrusion	0,2 g de PE greffé avec < 0,2 % de MAH / g de PA	/
PA 6	Coextrusion	0,5 g de PE greffé avec entre 0,1 % et 0,5 % de MAH / g de PA	/
PA 6	Coextrusion	0,5 g de PE greffé avec entre 0,1 % et 0,5 % de MAH / g de PA	0,15 g de PE greffé avec > 0,7 % de MAH / g de PA
PA 6	Coextrusion	0,9 g de PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH / g de PA	/
PA 6 / 6,6 avec une température de fusion de 196 °C	Coextrusion	0,5 g de PE greffé avec entre 0,07 % et 0,5 % de MAH / g de PA	/
PA 6 / 6,6 avec une température de fusion de 196 °C	Coextrusion	0,5 g de PE greffé avec entre 0,07 % et 0,5 % de MAH / g de PA	0,15 g de PE greffé avec > 0,3 % de MAH / g de PA
PA 6 / 6,6 avec une température de fusion de 192 °C	Coextrusion	0,7 g de PE greffé avec ≥ 0,1 % de MAH / g de PA	/

Structures PE/PA testées dans le cadre de l’étude

Le film de référence de l’étude est un film composé à 100 % de rPE fabriqué exclusivement pour le besoin de l’étude à partir de granulés issus de la collecte sélective française (standard souple PE).

En centre de tri, les emballages souples PE contenant du PA ne sont pas orientés en refus. Le PA entre deux couches de PE peut avoir une signature optique difficile à détecter. Il peut donc être compliqué d’identifier la présence de PA dans des structures PE/PA, ce qui limite la séparation de ces structures du reste des emballages souples PE. Par conséquent, une certaine quantité de films PE/PA peut se retrouver dans le flux de souples PE à régénérer.

Les tests ont donc été conduits pour des taux massiques d’introduction de PA de 1 %, 4 % et de 7 % afin de prendre en compte respectivement une séparation efficace par tri optique d’une majorité de structures, la mise en marché en 2024 et un pic de concentration dans une balle.

2.3. Résultats

IMPACT DES STRUCTURES PE/PA 6 FABRIQUEES PAR LAMINATION AVEC OU SANS COMPATIBILISANT LORS DES ETAPES DE REGENERATION ET DE TRANSFORMATION DES SOUPLES PE

ÉTAPES DE RECYCLAGE	IMPACT	DESCRIPTION
 BROYAGE		Pas d'impact sur le broyage.
 LAVAGE ET ESSORAGE		Pas d'impact sur le lavage ni l'essorage. A noter que l'ensemble des échantillons testés montre un taux d'humidité plus important que la référence testée en sortie du lavage en raison de la présence de PA.
 FLOTTAISON ET SECHAGE		Pas d'impact à la flottaison. A noter que la présence de PA rend plus difficile le séchage préalable à l'extrusion, le PA ayant tendance à reprendre facilement l'humidité.
 EXTRUSION/ GRANULATION		Pas d'impact sur le procédé d'extrusion. A 7 % de PA en utilisant des PE/PA laminées avec $\geq 0,15$ g de comptabilisant PE greffé avec un taux de MAH ≥ 1 % par g de PA, les propriétés des granulés sont légèrement modifiées notamment le MFI.
EXTRUSION- GONFLAGE		Dès 1 % de PA en utilisant certaines structures PE/PA laminées sans compatibilisant, l'extrusion gonflage n'est pas stable, présence de porosités invisibles à l'œil nu avec la nécessité d'alimenter la gaine en air pour maintenir un taux de gonflage constant. Pour les structures PE/PA laminées avec $\geq 0,15$ g de comptabilisant PE greffé avec un taux de MAH ≥ 1 % par g de PA, l'extrusion gonflage est stable jusqu'à 7 % de PA. Pas d'impact sur les propriétés des films produits.



Attention



Sans impact

Type de PA	Procédé de fabrication	Tie layer	Compatibilisant de type PE avec MAH	Impact de la structure
PA 6	Lamination	/	/	Dès 1 % de PA, l'extrusion gonflage n'est pas stable, présence de porosités invisibles à l'œil nu avec la nécessité d'alimenter la gaine en air pour maintenir un taux de gonflage constant. Pas d'impact sur les propriétés des films produits.
PA 6	Lamination	/	0,15 g de PE greffé avec > 1 % de MAH / g de PA	A 7 % de PA, les propriétés des granulés sont légèrement modifiées notamment le MFI. L'extrusion gonflage est stable jusqu'à 7 % de PA. Pas d'impact sur les propriétés des films produits.

Impact des structures PE/PA 6 fabriquées par lamination avec ou sans compatibilisant testées dans le cadre de l'étude

L'ajout de compatibilisant dans la structure PE/PA 6 testée et fabriquée par lamination permet d'avoir une stabilité du procédé d'extrusion gonflage sans impact sur les propriétés du film, mais apporte des modifications légères sur les propriétés des granulés.

**IMPACT DES STRUCTURES PE/PA 6 FABRIQUEES PAR COEXTRUSION AVEC OU SANS
COMPATIBILISANT LORS DES ETAPES DE REGENERATION ET DE TRANSFORMATION DES
SOUPLES PE**

ÉTAPES DE RECYCLAGE	IMPACT	DESCRIPTION
 BROYAGE		Pas d'impact sur le broyage.
 LAVAGE ET ESSORAGE		Pas d'impact sur le lavage ni l'essorage. A noter que la plupart des échantillons testés montre un taux d'humidité plus important que la référence testée en sortie du lavage en raison de la présence de PA.
 FLOTTAISON ET SECHAGE		Pas d'impact à la flottaison. A noter que la présence de PA rend plus difficile le séchage préalable à l'extrusion pour la plupart des échantillons testés, le PA ayant tendance à reprendre facilement l'humidité.
 EXTRUSION/ GRANULATION		En utilisant certaines structures PE/PA coextrudées avec $\geq 0,5$ g de tie layer PE greffé avec entre 0,1 % et 0,5 % de MAH à 7 % de PA, il n'y a pas d'impact sur le procédé d'extrusion mais les propriétés des granulés sont impactées. ⇒ Impact sur le MFI A 4 % de PA avec une structure PE/PA avec 0,9 g de tie layer PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH, il n'y a pas d'impact sur le procédé d'extrusion ni sur les propriétés des granules.
EXTRUSION- GONFLAGE		Dès 1 % de PA en utilisant certaines structures PE/PA coextrudées avec $\leq 0,2$ g tie layer PE greffé avec $< 0,2$ % de MAH par g de PA, l'extrusion gonflage n'est pas stable, présence de porosités invisibles à l'œil nu avec la nécessité d'alimenter la gaine en air pour maintenir un taux de gonflage constant. Pour les structures PE/PA coextrudées avec $\geq 0,5$ g tie layer PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH, l'extrusion-gonflage est stable jusqu'à 7 % de PA. Pour la structure PE/PA coextrudée avec 0,9 g tie layer PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH, l'extrusion-gonflage est stable jusqu'à 4 % de PA. Pour la structure PE/PA coextrudée avec 0,9 g tie layer PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH, certaines propriétés des films produits sont légèrement impactées. Pas d'impact sur les propriétés des films produits sur les autres structures testées.



Attention



Sans impact

Type de PA	Procédé de fabrication	Tie layer	Compatibilisant de type PE avec MAH	Impact de la structure
PA 6	Coextrusion	0,2 g de PE greffé avec < 0,2 % de MAH / g de PA	/	Dès 1 % de PA, l'extrusion gonflage n'est pas stable, présence de porosités invisibles à l'œil nu avec la nécessité d'alimenter la gaine en air pour maintenir un taux de gonflage constant.
PA 6	Coextrusion	0,5 g de PE greffé avec entre 0,1 % et 0,5 % de MAH / g de PA	/	A 7 % de PA, il n'y a pas d'impact sur le procédé d'extrusion mais les propriétés des granulés sont impactées. L'extrusion-gonflage est stable jusqu'à 7 % de PA.
PA 6	Coextrusion	0,5 g de PE greffé avec entre 0,1 % et 0,5 % de MAH / g de PA	0,15 g de PE greffé avec > 0,7 % de MAH / g de PA	
PA 6	Coextrusion	0,9 g de PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH / g de PA	/	A 4 % de PA, il n'y a pas d'impact sur le procédé d'extrusion ni sur les propriétés des granulés. L'extrusion-gonflage est stable jusqu'à 4 % de PA. Certaines propriétés des films produits sont légèrement impactées.

Impact des structures PE/PA 6 fabriquées par coextrusion avec ou sans compatibilisant testées dans le cadre de l'étude

L'ajout de compatibilisant dans les structures PE/PA 6 fabriquées par coextrusion testées n'améliore pas les résultats obtenus.

IMPACT DES STRUCTURES PE/PA 6/6,6 FABRIQUEES PAR COEXTRUSION AVEC OU SANS COMPATIBILISANT LORS DES ETAPES DE REGENERATION ET DE TRANSFORMATION DES SOUPLES PE

ÉTAPES DE RECYCLAGE	IMPACT	DESCRIPTION
 BROYAGE		<i>Pas d'impact sur le broyage.</i>
 LAVAGE ET ESSORAGE		<i>Pas d'impact sur le lavage ni l'essorage. A noter que l'ensemble des échantillons testés montre un taux d'humidité plus important que la référence testée en sortie du lavage en raison de la présence de PA.</i>
 FLOTTAISON ET SECHAGE		<i>Pas d'impact à la flottaison. A noter que la présence de PA rend plus difficile le séchage préalable à l'extrusion, le PA ayant tendance à reprendre facilement l'humidité.</i>
 EXTRUSION/ GRANULATION		<i>Dès 1 % et jusqu'à 7 % de PA en utilisant certaines structures PE/PA 6/6,6 coextrudées avec $\leq 0,5$ g tie layer PE greffé avec entre 0,07 % et 0,5 % de MAH, les propriétés des granulés sont impactées.</i> ⇒ <i>Impact sur le MFI</i> <i>Pas d'impact sur le procédé d'extrusion ni sur les propriétés des granulés jusqu'à 4 % de PA pour certaines structures PE/PA 6/6,6 avec $\geq 0,7$ g tie layer PE greffé avec $\geq 0,1$ % de MAH par g PA.</i>
EXTRUSION-GONFLAGE		<i>Extrusion-gonflage stable pour l'ensemble des structures PE/PA 6/6,6. A 7 % de PA en utilisant des structures PE/PA 6/6,6 avec $\leq 0,5$ g tie layer PE greffé avec entre 0,07 % et 0,5 % de MAH / g PA, les propriétés des films produits sont impactées, notamment l'allongement à la traction. Jusqu'à 4 % de PA en utilisant une structure PE/PA 6/6,6 avec $\geq 0,7$ g tie layer PE greffé avec $\geq 0,1$ % de MAH / g PA, les propriétés des films produits sont conformes.</i>



Attention



Sans impact

Type de PA	Procédé de fabrication	Tie layer	Compatibilisant de type PE avec MAH	Impact
PA 6 / 6,6 avec une température de fusion de 196 °C	Coextrusion	0,5 g de PE greffé avec entre 0,07 % et 0,5 % de MAH / g de PA	/	Dès 1 % de PA, les propriétés des granulés sont impactées. Extrusion-gonflage stable.
PA 6 / 6,6 avec une température de fusion de 196 °C	Coextrusion	0,5 g de PE greffé avec entre 0,07 % et 0,5 % de MAH / g de PA	0,15 g de PE greffé avec > 0,3 % de MAH / g de PA	A 7 % de PA, les propriétés des films produits sont impactées, notamment l'allongement à la traction.
PA 6 / 6,6 avec une température de fusion de 192 °C	Coextrusion	0,7 g de PE greffé avec ≥ 0,1 % de MAH / g de PA	/	Pas d'impact sur le procédé d'extrusion ni sur les propriétés des granulés jusqu'à 4 % de PA. Extrusion-gonflage stable. Jusqu'à 4 % de PA, les propriétés des films produits sont conformes.

Impact des structures PE/PA 6/6,6 fabriquées par coextrusion avec ou sans compatibilisant testées dans le cadre de l'étude

L'ajout de compatibilisant dans les structures PE/PA 6 / 6,6 fabriquées par coextrusion testées dans cette étude n'améliore pas les résultats obtenus.

CONCLUSIONS TECHNIQUES

Les essais menés par le COTREP ont permis d'évaluer l'impact des structures PE/PA dans des films PE lors de la régénération par recyclage mécanique des emballages ménagers souples en PE.

Les résultats obtenus montrent que :

- L'impact des structures PE/PA est variable selon les typologies et les dosages de PA, de tie layer ou encore de compatibilisant utilisés.
- Pour les structures PE / PA 6 fabriquées via un procédé de lamination :
 - o Dès 1 % de PA 6, le procédé d'extrusion-gonflage est instable : la structure testée PE/PA 6 en lamination sans compatibilisant apporte des porosités invisibles à l'œil nu.
 - o Pour la structure testée ayant $\geq 0,15$ g de compatibilisant PE greffé avec ≥ 1 % de MAH / g de PA, le procédé d'extrusion-gonflage est stable dans les conditions d'essai mais les propriétés des granules sont légèrement modifiées.
 - o L'ajout de compatibilisant dans la structure PE/PA 6 testée et fabriquée par lamination permet d'avoir une stabilité du procédé d'extrusion gonflage sans impact sur les propriétés du film, mais apporte des modifications légères sur les propriétés des granules.
- Pour les structures PE / PA 6 fabriquées via un procédé de coextrusion :
 - o Dès 1 % de PA 6 avec $\leq 0,2$ g de tie layer PE greffé avec $< 0,2$ % de MAH / g de PA, le procédé d'extrusion-gonflage est instable : la structure PE/ PA 6 via coextrusion avec $\leq 0,2$ g de tie layer PE greffé avec $< 0,2$ % de MAH / g de PA apporte des porosités invisibles à l'œil nu.
 - o Pour la structure testée en PA 6 via coextrusion avec $\geq 0,5$ g de tie layer PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH / g de PA, le procédé d'extrusion-gonflage est stable jusqu'à 7 % de PA mais les propriétés des granules sont impactées à 7 % de PA.
 - o Pour la structure testée en PA 6 via coextrusion avec 0,9 g de tie layer PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH / g de PA, le procédé d'extrusion-gonflage est stable et les propriétés des granules ne sont pas impactées jusqu'à 4 % de PA. Certaines propriétés des films produits sont légèrement impactées à 4 % de PA.
- Pour les structures PE / PA 6/6,6 fabriquées via un procédé de coextrusion :
 - o Dès 1 % de PA 6/6,6 avec une température de fusion de 196 °C en utilisant la structure testée fabriquée via coextrusion avec $\leq 0,5$ g de tie layer PE greffé avec entre 0,07% et 0,5% de MAH / g PA, les propriétés des granules sont impactées.
 - o Jusqu'à 4 % de PA en utilisant la structure testée en PA 6/6,6 avec une température de fusion de 192 °C via coextrusion avec $\geq 0,7$ g de tie layer PE greffé avec $\geq 0,1$ % de MAH par g PA, il n'y a pas d'impact du PA sur la régénération mécanique des souples PE.
- Il n'y a pas d'impact notable de l'utilisation additionnelle de compatibilisant PE greffé avec du MAH sur les structures coextrudées testées utilisant du PA 6 ou du PA 6/6,6.

De nombreux tests utilisant différents types de structures PE/PA composées de multiples grades de PA, tie layer et compatibilisant ont été réalisés.

La grande variété des résultats obtenus prouve la diversité de solutions de structures PE/PA pouvant être développées et la complexité de définir un avis général de l'impact de ces structures sur la filière des souples ménagers PE.

En conclusion, en l'état actuel des équipements et des techniques utilisés :

- les souples PE/PA produits par lamination avec ≤ 25 % de PA 6 et $\geq 0,15$ g de compatibilisant PE greffé avec ≥ 1 % de MAH / g de PA ont une compatibilité limitée dans la filière des souples ménagers PE.
- les souples PE/PA produits par coextrusion avec ≤ 15 % de PA 6 et 0,9 g de tie layer PE greffé avec entre 0,2 % et 0,5 % de MAH / g de PA ont une compatibilité limitée dans la filière des souples ménagers PE.
- les souples PE/PA produits par coextrusion avec ≤ 15 % de PA 6/6,6 ayant une température de fusion ≤ 192 °C et $\geq 0,7$ g de tie layer PE greffé avec $\geq 0,1$ % de MAH / g de PA ont une compatibilité limitée dans la filière des souples ménagers PE.
- Les autres structures PE/PA ne sont pas compatibles et perturbent la régénération par recyclage mécanique des emballages ménagers souples en PE mis en marché en France.

A noter que l'aspect des films produits n'a pas été analysé sur cet essai. Une étude complémentaire pourra être menée pour compléter cet avis.

Cet avis pourra être réévalué par le COTREP si besoin au regard des évolutions des structures PE/PA présentes sur le marché, des technologies de tri ou de recyclage ou des exigences de qualité sur la matière recyclée.