

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 141 467**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **22 11267**

⑤1 Int Cl⁸ : **C 08 L 77/00 (2023.01), C 08 J 11/04, 3/20**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②2 **Date de dépôt** : 28.10.22.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 03.05.24 Bulletin 24/18.

⑤6 **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦1 **Demandeur(s)** : ARKEMA France SA — FR.

⑦2 **Inventeur(s)** : MOUGNIER Sébastien, PRENVEILLE Thomas, NOEL Amélie, LOYEN Karine et DANG Patrick.

⑦3 **Titulaire(s)** : ARKEMA France SA.

⑦4 **Objet(s)** : **matériau recyclables comprenant au moins deux éléments.**

⑦5 **Objet(s)** : La présente invention concerne un objet mono-maté-

riau comprenant au moins deux éléments :

- au moins un premier élément constitué d'une première composition comprenant en poids au moins 30%, notamment

au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du premier élément, d'un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2)

- au moins un deuxième élément constitué d'une deuxième composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du deuxième élément, d'un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2)

lesdits premier et deuxième éléments pouvant adhérer au moins partiellement l'un à l'autre,

ledit copolyamide de la première composition et ledit copolyamide de la deuxième composition présentant un ratio C/N du motif (Ba1) supérieur ou égal à 6, notamment supérieur ou égal à 8, en particulier supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10.

FR 3 141 467 - A1



Description

Titre de l'invention : Objets mono-matériau recyclables comprenant au moins deux éléments

Domaine technique

[0001] La présente demande de brevet concerne des objets mono-matériau recyclables comprenant au moins deux éléments, leur procédé de fabrication ainsi que leur procédé de recyclage et les compositions ainsi obtenues ainsi que leur utilisation pour la fabrication d'objets, en particulier mono-matériaux.

Technique antérieure

[0002] L'économie circulaire permet de limiter la production des déchets, l'épuisement des ressources de la planète et l'impact environnemental. On recherche actuellement en particulier à produire des objets au moyen de matériaux qui présenteront après recyclage des propriétés suffisantes pour permettre leur utilisation pour des applications de haute performance et non seulement pour des applications de moindre performance comme pour les mobiliers urbains ou les routes.

[0003] Dans le cadre des modes de consommation et de production durables, l'aptitude au recyclage d'objets à renouvellement fréquent tels que les articles de sport et les articles E&E et la qualité des produits de recyclage ainsi obtenus revêt une importance particulière. Cependant, les exigences en termes de performance sont particulièrement élevées pour ces articles.

[0004] Il est essentiel de concevoir des objets tels que les articles de sport et les articles E&E de façon à ce qu'ils puissent être recyclés pour produire un matériau présentant de très bonnes performances. Il est également important que les produits employés pour la fabrication d'objets soient suffisamment stables pour être recyclés en toute sécurité. Lorsque l'on recycle les polyuréthanes thermoplastiques (TPU), la formation d'isocyanate est observable en FTIR. Les isocyanates sont des composés dangereux, CMR...

[0005] Le brevet EP 3 081 109 B1 propose, afin de faciliter leur recyclage, une chaussure de sport dont la partie supérieure et la semelle sont majoritairement voire entièrement constitués du même matériau de base thermoplastique. Néanmoins, il apparaît qu'il subsiste des difficultés en ce que le produit de recyclage ainsi obtenu présente des limites en termes de performance du fait que la densité des pièces de la chaussure diffère selon leur fonction respective.

[0006] La demande de brevet WO 2020/201370 A1 propose une méthode pour recycler de telles chaussures dans laquelle la chaussure est broyée puis fondue. Ce document se focalise comme le précédent sur le polyuréthanes thermoplastiques (TPU). Il est

indiqué dans cette demande internationale le fait que les TPU se dégradent avec les cycles de recyclages.

- [0007] La demande US 2017/0151470 A1 concerne un ballon, en particulier un ballon de football, un procédé de fabrication et le recyclage du ballon. Le ballon est constitué d'une vessie, d'une couche intermédiaire et d'une couche extérieure, la vessie et les deux couches étant constituées d'un composant majoritaire en poids d'un matériau d'une première classe de matériau choisie parmi le polyuréthane, le chlorure de polyvinyle, le polyéthylène, le polyamide et le polypropylène.
- [0008] La demande internationale WO 2021/148148 A1 concerne un article de vêtement doublé qui comprend une couche extérieure, une couche intérieure et une doublure entre les deux couches.
- [0009] Chaque couche contient une majorité d'un matériau de la même famille choisi parmi les polymères thermoplastiques, notamment un polyester recyclé ou un polymère vierge choisi parmi les polyuréthanes thermoplastiques (TPU), les polyamides (PA), le polytéréphtalate d'éthylène téréphtalate (PET) ou le polytéréphtalate de butylène (PBT). Les polyesters présentent le désavantage d'être très sensibles à l'hydrolyse.
- [0010] L'invention a donc pour but de proposer un objet mono-matériau dont la composition est étudiée de sorte à permettre l'obtention au recyclage d'une composition susceptible d'être utilisée pour des applications exigeant une haute performance.
- [0011] Or il a été mis en évidence que la combinaison exclusive (hors additifs et charges) dans un objet mono-matériau d'une fraction (élément) polyamide et d'une fraction (élément) polyamide permet un meilleur maintien des propriétés lors du recyclage.
- [0012] Notamment, la résistance au choc, la résistance à la fatigue et les propriétés mécaniques (module, allongement rupture, contrainte rupture et au seuil) sont maintenues. De plus la densité et la résistance chimique sont maintenues.
- [0013] En effet, la présence de PEBA, composé souple, aussi bien dans le premier élément que dans le second, contribue à améliorer la résistance mécanique de l'objet tout au long de sa vie, avant et après recyclage.
- [0014] Aussi, selon un premier aspect, l'invention a pour objet un objet mono-matériau comprenant au moins deux éléments :
- [0015] - au moins un premier élément constitué d'une première composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du premier élément, d'un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2),
- [0016] - au moins un deuxième élément constitué d'une deuxième composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du deuxième élément, d'un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2),

- [0017] lesdits premier et deuxième éléments pouvant adhérer au moins partiellement l'un à l'autre,
- [0018] ledit copolyamide de la première composition et ledit copolyamide de la deuxième composition présentant un ratio C/N du motif amide (Ba1) supérieur ou égal à 6, notamment supérieur ou égal à 8, en particulier supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10.
- [0019] Dans un mode de réalisation, ledit objet est à l'exclusion d'une structure monocouche ou multicouche pour le transport, la distribution ou le stockage d'un fluide ainsi qu'à l'exclusion d'un cathéter.
- [0020] Les Inventeurs ont donc trouvé de manière inattendue que la combinaison exclusive (hors additifs et charges) dans un objet mono-matériau d'une première fraction (ou élément) de copolyamide à motif polyéther bloc amide (PEBA) particulière, à savoir des PEBA présentant un ratio C/N du motif amide (Ba1) supérieur ou égal à 6, notamment supérieur ou égal à 8, en particulier supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10, et d'une seconde fraction (ou élément) de copolyamide à motif polyéther bloc amide (PEBA) particulière, à savoir des PEBA présentant un ratio C/N du motif amide (Ba1) supérieur ou égal à 6, notamment supérieur ou égal à 8, en particulier supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10, permet un meilleur maintien des propriétés lors du recyclage.
- [0021] En effet, les copolyamides à motif polyéther bloc amide (PEBA) particuliers dans les deux compositions présentent le meilleur compromis et procurent notamment une bonne résistance au vieillissement et donc à la vie de l'objet et à son procédé de recyclage. Ils peuvent par ailleurs être recyclés en toute sécurité.
- [0022] Les compositions recyclées présentent de plus l'avantage d'avoir une faible densité, un bon retour élastique, une bonne résistance au choc, de bonnes propriétés en traction, ainsi qu'un module stable entre -20 °C et 30 °C.
- [0023] Le ratio C/N correspond au nombre d'atomes de carbone par atome d'azote dans le motif (Ba1).
- [0024] Par « objet mono-matériaux » il faut comprendre un objet constitué majoritairement du même
- [0025] matériau, en l'occurrence un polyamide dans le motif (Ba1) présentant un ratio C/N du motif (Ba1) supérieur ou égal à 6, notamment supérieur ou égal à 8, en particulier supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10 dans les deux compositions.
- [0026] Dans une première variante, les objets mono-matériaux peuvent être sans être limité à ceux-ci :
- [0027] Un article électronique, en particulier une montre, une coque de téléphone, un casque audio, des écouteurs, une enceinte, un clavier, une souris, un chargeur de téléphone,
- [0028] un article de vêtement, en particulier une veste, un pantalon, un tee-shirt, des

chaussettes

- [0029] un article optique, en particulier des lunettes de vue, des lunettes solaires, des lunettes pour enfant, des lunettes de sport et un masque de ski, des lunettes réalité augmentée/réalité virtuelle.
- [0030] un article électroménager, en particulier un petit électroménager, un accessoire d'appareil électroménager (bol, pale de mélangeage, contenant alimentaire), une gourde, un contenant alimentaire,
- [0031] un article cosmétique, en particulier un emballage (packaging) cosmétique tel que un flacon, un parfum, emballage de maquillage, un emballage pour soin de la peau (packaging skincare), un article de présentation, une brosse à cheveux,
- [0032] un article de sport, en particulier une planche de surf (et ses accessoires type laisse (leash) ou dérives), un vélo, article de vélo tel que selle ou pédale, un casque, une chaussure de ski, des skis, des batons de ski, une fixation de ski et un snowboard (hors métal), un club de golf, tout type de raquettes en particulier une raquette de tennis, des équipements de protection type protège tibia, coudière, etc., une cross de hockey (sur gazon et glace), un roller, des palmes de plongée,
- [0033] un article de bagagerie, en particulier une valise, un sac à dos et un sac à main
- [0034] un article de papeterie, en particulier des stylos.
- [0035] un jouet,
- [0036] du mobilier, et
- [0037] des pièces automobiles.
- [0038] L'expression « ledit objet étant à l'exclusion d'une structure monocouche ou multicouche pour le transport, la distribution ou le stockage d'un fluide ainsi qu'à l'exclusion d'un cathéter» signifie que les structures monocouches ou multicouches pour le transport, la distribution ou le stockage d'un fluide, notamment pour un appareil à moteur thermique ou électrique tel qu'un avion, un drone un aéronef, un camion ou une automobile sont exclues dudit objet de même que les cathéters qui sont des dispositifs médicaux se présentant sous la forme d'un tube mince et flexible.
- [0039] Dans un mode de réalisation de cette première variante, les objets mono-matériaux correspondent à tous ceux décrits dans la liste de cette première variante à l'exception d'au moins l'un de ceux décrits dans cette même liste et à l'exclusion d'une structure monocouche ou multicouche pour le transport, la distribution ou le stockage d'un fluide.
- [0040] Il est bien évident qu'au minimum, ledit objet mono-matériaux correspond à au moins l'un de ceux décrit dans ladite liste de cette première variante.
- [0041] Dans une seconde variante, les objets mono-matériaux peuvent être un article électronique, un article textile, un article optique, un article électroménager, un article cosmétique, un article de sport, un article de papeterie, un article de bagagerie, un

jouet, du mobilier et les pièces automobiles.

- [0042] Dans un mode de réalisation de cette seconde variante, les objets mono-matériaux correspondent à tous ceux décrits dans la liste de cette seconde variante à l'exception d'au moins l'un de ceux décrits dans cette même liste et à l'exclusion d'une structure monocouche ou multicouche pour le transport, la distribution ou le stockage d'un fluide.
- [0043] Il est bien évident qu'au minimum, ledit objet mono-matériaux correspond à au moins l'un de ceux décrits dans ladite liste de cette seconde variante.
- [0044] Dans une troisième variante, les objets mono-matériaux peuvent être un article électronique, un article textile, un article optique, un article électroménager, un article cosmétique, un article de sport, un article de papeterie, un article de bagagerie, un jouet, du mobilier.
- [0045] Dans un mode de réalisation de cette troisième variante, les objets mono-matériaux correspondent à tous ceux décrits dans la liste de cette troisième variante à l'exception d'au moins l'un de ceux décrits dans cette même liste et à l'exclusion d'une structure monocouche ou multicouche pour le transport, la distribution ou le stockage d'un fluide.
- [0046] Il est bien évident qu'au minimum, ledit objet mono-matériaux correspond à au moins l'un de ceux décrits dans ladite liste de cette troisième variante.
- [0047] Dans un mode de réalisation de ces trois variantes, ledit objet est à l'exclusion d'une structure monocouche ou multicouche pour le transport, la distribution ou le stockage d'un fluide ainsi qu'à l'exclusion d'un cathéter.
- [0048] Le terme « fluide » regroupe tout gaz, sous forme compressée, sous forme liquide ou encore cryocompressés, et notamment d'hydrogène, gaz naturel, GPL, GNL, air comprimé, azote, oxygène, ainsi qu'un fluide de transfert de chaleur, en particulier un fluide frigorigène choisi parmi les composés hydrocarbures, hydrofluorcarbures, éthers, hydrofluoroéthers, CO₂, NH₃, SO₂ et fluorooléfines, notamment le R134, R-1234yf ou R-1234ze, en particulier le R-1234yf ou R-1234ze, ou encore un gaz utilisé dans l'automobile, en particulier de l'air ou un liquide utilisé dans l'automobile, en particulier de l'eau, une huile, un liquide de frein, une solution d'urée, un liquide de refroidissement à base de glycol, un refroidisseur d'huile de transmission (TOC), des carburant, notamment du diesel, de l'essence, plus particulièrement de l'essence alcoolisée ou du GPL.
- [0049] Dans un mode de réalisation, une chaussure, un ballon, un siège automobile, un sac à dos, une brosse à dent ou une veste sont exclus des objets mono-matériaux de l'invention.
- [0050] Dans un mode de réalisation, au moins 50% en poids de polyamide à motifs amide (Ba1) dans le copolyamide est présent dans chacun des deux éléments par rapport au poids total de la composition de chaque élément.

- [0051] En d'autres termes, la somme en poids de polyamide à motifs amide (Ba1) dans le premier élément et polyamide à motifs amide (Ba1) dans le deuxième élément est d'au moins 50% par rapport au poids total des deux compositions de chaque élément.
- [0052] Dans un autre mode de réalisation, la matrice de chacun des deux éléments (charges et additifs exclus) est constituée de 60% en poids, avantageusement 80% en poids, de préférence 100% en poids de polyamide à motifs amide (Ba1).
- [0053] Le terme « élément » désigne chacune des choses dont la combinaison, la réunion forme une autre chose, un tout, à savoir dans la présente invention un objet mono-matériau.
- [0054] Notamment, un élément désigne un composant, une composante, un constituant, un morceau, une partie, une pièce ou unité qui constitue l'objet mono-matériau.
- [0055] L'expression « lesdits premier et deuxième éléments pouvant adhérer au moins partiellement l'un à l'autre » signifie que les dits premier et deuxième éléments peuvent adhérer ou non l'un à l'autre.
- [0056] Dans un mode de réalisation, lesdits premier et deuxième éléments sont dépourvus d'adhérence l'un à l'autre.
- [0057] Dans un autre mode de réalisation, lesdits premier et deuxième éléments adhèrent l'un à l'autre, et ce au moins partiellement, notamment en totalité.
- [0058] Le terme « adhère » signifie que lesdits premier et deuxième éléments sont accolés l'un à l'autre ou appliqué l'un contre l'autre, au moins partiellement et notamment par collage, clipsage, surmoulage, thermoformage, vissage, couture, soudage ou rivetage.
- [0059] Il est bien évident que lesdites premières et deuxièmes compositions qui comprennent un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) peut comprendre également des modifiants chocs et/ou des plastifiants et/ou des charges et/ou des additifs.
- [0060] Il est bien évident que ladite troisième composition décrite ci-dessous qui comprend un homopolyamide et du copolyamide à longue chaîne ou un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) ou un mélange des deux peut comprendre également des modifiants chocs et/ou des plastifiants et/ou des charges et/ou des additifs.
- [0061] **S'agissant du copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) (PEBA) des compositions du premier, deuxième élément et troisième élément.**
- [0062] Les poly ether block amide (PEBA) sont des copolymères à motifs amides (Ba1) et motifs polyéthers (Ba2) ledit motif amide (Ba1) correspondant à un motif répétitif aliphatique choisi parmi un motif obtenu à partir d'au moins un aminoacide ou un motif obtenu à partir d'au moins un lactame, ou un motif X.Y obtenu à partir de la polycondensation :
- [0063] - d'au moins une diamine, ladite diamine étant choisie préférentiellement parmi une

- diamine aliphatique linéaire ou ramifiée ou un mélange de celles-ci, et
- [0064] - d'au moins un diacide carboxylique, ledit diacide étant choisi préférentiellement parmi :
- [0065] un diacide aliphatique linéaire ou ramifié, ou un mélange de ceux-ci,
- [0066] ladite diamine et ledit diacide comprenant de 4 à 36 atomes de carbone, avantageusement de 6 à 18 atomes de carbone ;
- [0067] lesdits motifs polyéthers (Ba2) étant notamment issus d'au moins un polyalkylène éther polyol, notamment un polyalkylène éther diol,
- [0068] Les PEBA résultent notamment de la copolycondensation de séquences polyamides à extrémités réactives avec des séquences polyéthers à extrémités réactives, telles que, entre autres :
- [0069] 1) Séquences polyamides à bouts de chaîne diamines avec des séquences polyoxyalkylènes à bouts de chaînes dicarboxyliques.
- [0070] 2) Séquences polyamides à bouts de chaînes dicarboxyliques avec des séquences polyoxyalkylènes à bouts de chaînes diamines obtenues par cyanoéthylation et hydrogénation de séquences polyoxyalkylène alpha-oméga dihydroxylées aliphatiques appelées polyalkylène éther diols (polyétherdiols).
- [0071] 3) Séquences polyamides à bouts de chaînes dicarboxyliques avec des polyétherdiols, les produits obtenus étant, dans ce cas particulier, des polyétheresteramides. Les copolymères de l'invention sont avantageusement de ce type.
- [0072] Les séquences polyamides à bouts de chaînes dicarboxyliques proviennent par exemple de la condensation de précurseurs de polyamides en présence d'un diacide carboxylique limiteur de chaîne.
- [0073] Les séquences polyamides à bouts de chaînes diamines proviennent par exemple de la condensation de précurseurs de polyamides en présence d'une diamine limiteur de chaîne.
- [0074] Les polymères à blocs polyamides et blocs polyéthers peuvent aussi comprendre des motifs répartis de façon aléatoire. Ces polymères peuvent être préparés par la réaction simultanée du polyéther et des précurseurs des blocs polyamides.
- [0075] Par exemple, on peut faire réagir du polyétherdiol, des précurseurs de polyamide et un diacide limiteur de chaîne. On obtient un polymère ayant essentiellement des blocs polyéthers, des blocs polyamides de longueur très variable, mais aussi les différents réactifs ayant réagi de façon aléatoire qui sont répartis de façon aléatoire (statistique) le long de la chaîne polymère.
- [0076] On peut aussi faire réagir du polyétherdiamine, des précurseurs de polyamide et un diacide limiteur de chaîne. On obtient un polymère ayant essentiellement des blocs polyéthers, des blocs polyamides de longueur très variable, mais aussi les différents réactifs ayant réagi de façon aléatoire qui sont répartis de façon aléatoire (statistique) le

long de la chaîne polymère.

[0077] Motif amide (Ba1) :

[0078] Le motif amide (Ba1) correspond à un motif répétitif aliphatique tel que défini ci-dessus.

[0079] Le motif amide (Ba1) du copolyamide des compositions du premier, deuxième élément et troisième élément présente un ratio C/N supérieur ou égal à 6, notamment supérieur ou égal à 8, en particulier supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10.

[0080] Avantageusement, le motif amide (Ba1) est choisi parmi le polyamide 11, le polyamide 12, le polyamide 610, le polyamide 612, le polyamide 1010, le polyamide 910, le polyamide 613, le polyamide 514, le polyamide 109, le polyamide 1011, le polyamide 516, le polyamide 615, le polyamide 913, le polyamide 129, le polyamide 1012, en particulier le polyamide 11.

[0081] Plus avantageusement, le motif amide (Ba1) est choisi parmi le polyamide 11 et le polyamide 12, en particulier le polyamide 11.

[0082] Motif polyéther (Ba2) :

[0083] Les motifs polyéthers sont notamment issus d'au moins un polyalkylène éther polyol, en d'autres termes, les motifs polyéthers sont constitués d'au moins un polyalkylène éther polyol. Dans ce mode de réalisation, l'expression « d'au moins un polyalkylène éther polyol » signifie que les motifs polyethers sont exclusivement constitués de bouts de chaîne alcool et ne peuvent donc être un composé de type triblock polyetherdiamine.

[0084] La composition de l'invention est donc dépourvue de triblock polyetherdiamine.

[0085] Avantageusement, les motifs polyéthers (Ba2) sont choisis parmi le polyéthylène glycol (PEG), le polypropylène glycol (PPG), le polytriméthylène glycol (PO3G), le polytétraméthylène glycol (PTMG) et leurs mélanges ou leurs copolymères, en particulier le PTMG.

[0086] La masse moléculaire moyenne en nombre (Mn) des blocs polyéthers est avantageusement comprise de 200 à 4000 g/mole, de préférence de 250 à 2500 g/mole, notamment de 300 et 1100 g/mole.

[0087] Le PEBA peut être préparé par le procédé suivant lequel :

[0088] - dans une première étape, on prépare les blocs polyamide (Ba1) par polycondensation

[0089] du ou des lactame(s), ou

[0090] du ou des aminoacide(s), ou

[0091] de la ou des diamine(s) et du ou des diacide(s) carboxylique(s) ; et le cas échéant, du ou des comonomères choisis parmi les lactames et les acides alpha-oméga aminocarboxyliques ;

- [0092] en présence d'un limiteur de chaîne choisi parmi les diacides carboxyliques ; puis
- [0093] - dans une seconde étape, on fait réagir les blocs polyamide (Ba1) obtenus avec des blocs polyéther (Ba2), en présence d'un catalyseur.
- [0094] La méthode générale de préparation en deux étapes des copolymères de l'invention est connue et est décrite, par exemple, dans le brevet français FR 2 846 332 et dans le brevet européen EP 1 482 011.
- [0095] La réaction de formation du bloc (Ba1) se fait habituellement entre 180 et 300°C, de préférence de 200 à 290°C, la pression dans le réacteur s'établit entre 5 et 30 bars, et on la maintient environ 2 à 3 heures. On réduit lentement la pression en mettant le réacteur à la pression atmosphérique, puis on distille l'eau excédentaire par exemple pendant une heure ou deux.
- [0096] Le polyamide à extrémités acide carboxylique ayant été préparé, on ajoute ensuite le polyéther et un catalyseur. On peut ajouter le polyéther en une ou plusieurs fois, de même pour le catalyseur. Selon une forme avantageuse, on ajoute d'abord le polyéther, la réaction des extrémités OH du polyéther et des extrémités COOH du polyamide commence avec formation de liaisons ester et élimination d'eau. On élimine le plus possible l'eau du milieu réactionnel par distillation, puis on introduit le catalyseur pour achever la liaison des blocs polyamides et des blocs polyéthers. Cette deuxième étape s'effectue sous agitation, de préférence sous un vide d'au moins 15 mm Hg (2000 Pa) à une température telle que les réactifs et les copolymères obtenus soient à l'état fondu. A titre d'exemple, cette température peut être comprise entre 100 et 400°C et le plus souvent 200 et 300°C. La réaction est suivie par la mesure du couple de torsion exercée par le polymère fondu sur l'agitateur ou par la mesure de la puissance électrique consommée par l'agitateur. La fin de la réaction est déterminée par la valeur du couple ou de la puissance cible.
- [0097] On pourra également ajouter pendant la synthèse, au moment jugé le plus opportun, une ou plusieurs molécules utilisées comme anti-oxydant, par exemple l'Irganox® 1010 ou l'Irganox® 245.
- [0098] On peut aussi considérer le procédé de préparation du PEBA tel que l'on ajoute tous les monomères au début, soit en une seule étape, pour effectuer la polycondensation :
- [0099] du ou des lactame(s), ou
- [0100] du ou des aminoacide(s), ou
- [0101] de la ou des diamines et du ou des diacides carboxyliques ; et le cas échéant, de l'autre ou des autres comonomères de polyamide ;
- [0102] - en présence d'un limiteur de chaîne choisi parmi les diacides carboxyliques ;
- [0103] - en présence des blocs (Ba2) (polyéther) ;
- [0104] - en présence d'un catalyseur pour la réaction entre les blocs souples (Ba2) et les blocs (Ba1).

- [0105] Avantageusement, on utilise comme limiteur de chaîne ledit diacide carboxylique, que l'on introduit en excès par rapport à la stœchiométrie de la ou des diamines.
- [0106] Avantageusement, on utilise comme catalyseur, un dérivé d'un métal choisi dans le groupe formé par le titane, le zirconium et l'hafnium ou un acide fort tel que l'acide phosphorique, l'acide hypophosphoreux ou l'acide borique.
- [0107] On peut conduire la polycondensation à une température de 240 à 280°C.
- [0108] D'une manière générale les copolymères à motifs éthers et amides connus sont constitués de séquences polyamides aliphatiques linéaires et semi-cristallines (par exemple les « Pebax » d'Arkema).
- [0109] Dans un mode de réalisation, le copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) présente une densité supérieure ou égale à 1, en particulier supérieure ou égale à 1,01, notamment supérieure ou égale à 1,02, telle que déterminée selon ISO 1183-3: 1999.
- [0110] Dans un mode de réalisation, les polyétheramines sont exclues des motifs polyéthers (Ba2).
- [0111] **S'agissant de l'homopolyamide et du copolyamide à longue chaîne de la composition du troisième élément.**
- [0112] La nomenclature utilisée pour définir les polyamides est décrite dans la norme ISO 1874-1:2011 "Plastiques - Matériaux polyamides (PA) pour moulage et extrusion - Partie 1 : Désignation", notamment en page 3 (tableaux 1 et 2) et est bien connue de l'homme du métier.
- [0113] Ledit homopolyamide et copolyamide à longue chaîne est un polyamide présentant un ratio C/N, c'est-à-dire présentant un nombre moyen d'atome de carbone par atome d'azote supérieur ou égal à 6, en particulier supérieur ou égal à 8, plus particulièrement supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10.
- [0114] Dans une première variante de l'invention, le motif répétitif est un motif obtenu à partir de la polycondensation d'au moins un aminoacide (ou acide aminocarboxylique) en C4-C36,
- [0115] Avantageusement, ledit acide aminocarboxylique comprend de 9 à 12 atomes de carbone. Il peut ainsi être choisi parmi l'acide 9-aminononanoïque (noté 9), l'acide 10-aminodécanoïque (noté 10), l'acide 11-aminoundécanoïque (noté 11) et l'acide 12-aminododécanoïque (noté 12), avantageusement l'acide aminocarboxylique est l'acide 11-aminoundécanoïque.
- [0116] Dans une deuxième variante de l'invention, le motif répétitif est un motif obtenu à partir de la polycondensation d'au moins un lactame en C4-C36.
- [0117] Avantageusement le lactame comprend de 9 à 12 atomes de carbone. Il peut ainsi être choisi parmi le caprolactame (noté 6), le décanolactame (noté 10), l'undécanolactame (noté 11) et le lauryllactame ou lauryllactame (noté 12), avantageusement le lactame est

le lauryllactame.

- [0118] Toutefois, on peut tout à fait envisager de mettre en œuvre, un mélange de deux ou de plusieurs acides aminocarboxyliques, un mélange de deux ou de plusieurs lactames, mais également un mélange d'un, de deux ou de plusieurs acides aminocarboxyliques avec un, deux ou plusieurs lactames.
- [0119] De manière plus particulièrement préférée, le motif répétitif est obtenu à partir d'un seul acide aminocarboxylique ou d'un seul lactame.
- [0120] Motif répétitif XY
- [0121] Le motif répétitif XY est un motif obtenu à partir de la polycondensation d'au moins une diamine, ladite diamine étant choisie parmi une diamine aliphatique linéaire ou ramifiée, une diamine cycloaliphatique et une semi-arylaliphatique ou un mélange de ceux-ci, et
- [0122] d'au moins un diacide carboxylique, ledit diacide étant choisi parmi :
- [0123] un diacide aliphatique, un diacide cycloaliphatique et un diacide aromatique ou un mélange de ceux-ci,
- [0124] Les proportions molaires en diamine et en diacide carboxylique sont préférentiellement stœchiométriques.
- [0125] Ladite diamine comprend de 4 à 36 atomes de carbone, avantageusement de 6 à 18 atomes de carbone.
- [0126] Dans un mode de réalisation, ladite diamine comprend de 6 à 12 atomes de carbone.
- [0127] Dans le cas où la diamine utilisée pour l'obtention de ce motif répétitif XY est une diamine aliphatique qui présente une chaîne principale linéaire, cette chaîne principale linéaire peut, le cas échéant, comporter un ou plusieurs substituant(s) méthyle et/ou éthyle ; dans cette dernière configuration, on parle de "diamine aliphatique ramifiée". Dans le cas où la chaîne principale ne comporte aucun substituant, la diamine aliphatique est dite "diamine aliphatique linéaire".
- [0128] Qu'elle comporte ou non des substituants méthyle et/ou éthyle sur la chaîne principale, la diamine aliphatique utilisée pour l'obtention de ce motif répétitif XY comprend de 4 à 36 atomes de carbones, avantageusement de 6 à 18 atomes de carbone, notamment de 9 à 18 atomes de carbone.
- [0129] Lorsque cette diamine est une diamine aliphatique linéaire, elle répond alors à la formule $H_2N-(CH_2)_x-NH_2$ et peut être choisie par exemple parmi la butanediamine, la pentanediamine, l'hexanediamine, l'heptanediamine, l'octanediamine, la nonanediamine, la décannediamine, l'undécannediamine, la dodécannediamine, la tridécannediamine, la tétradécannediamine, l'hexadécannediamine, l'octadécannediamine et l'octadécènediamine. Les diamines aliphatiques linéaires qui viennent d'être citées peuvent être toutes bio ressourcées au sens de la norme ASTM D6866.
- [0130] Lorsque cette diamine est une diamine aliphatique ramifiée, elle peut notamment être

la méthyl-2 pentanediamine, la 2-méthyl-1,8-octanediamine ou la triméthylène (2,2,4 ou 2,4,4) hexanediamine.

- [0131] La diamine cycloaliphatique peut être choisie par exemple parmi le bis(3,5-dialkyl-4-aminocyclohexyl)-méthane, le bis(3,5-dialkyl-4-aminocyclohexyl)éthane, le bis(3,5-dialkyl-4-aminocyclohexyl)-propane, le bis(3,5-dialkyl-4-aminocyclohexyl)-butane, le bis-(3-méthyl-4-aminocyclohexyl)-méthane ou 3'-diméthyl-4,4'-diamino-dicyclohexyl-méthane couramment dénommé "BMACM" ou "MACM" (et noté B ci-après), le p-bis(aminocyclohexyl)-méthane couramment dénommé "PACM" (et noté P ci-après), l'isopropylidènedi(cyclohexylamine) couramment dénommé "PACP", l'isophorone-diamine (notée IPD ci-après) et le 2,6-bis(amino méthyl)norbornane couramment dénommé "BAMN" ou la bis(aminométhyl)cyclohexane couramment dénommé "BAC".
- [0132] Une liste non-exhaustive de ces diamines cycloaliphatiques est donnée dans la publication "Cycloaliphatic Amines" (Encyclopaedia of Chemical Technology, Kirk-Othmer, 4th Edition (1992), pp. 386-405).
- [0133] Lorsque cette diamine est une diamine semi-arylaliphatique, elle est par exemple choisie parmi la 1,3-xylylène diamine et la 1,4-xylylène diamine.
- [0134] Le diacide carboxylique comprend de 4 à 36 atomes de carbone, avantageusement de 6 à 18 atomes de carbone, notamment de 6 à 12 atomes de carbone.
- [0135] Lorsque le diacide carboxylique est aliphatique, il peut être choisi parmi les diacides carboxyliques aliphatiques, linéaires ou ramifiés
- [0136] Lorsque l'acide dicarboxylique est aliphatique et linéaire, il peut être choisi parmi l'acide succinique (4), l'acide pentanedioïque (5), l'acide adipique (6), l'acide heptanedioïque (7), l'acide octanedioïque (8), l'acide azélaïque (9), l'acide sébacique (10), l'acide undécanedioïque (11), l'acide dodécanedioïque (12), l'acide brassylique (13), l'acide tétradécanedioïque (14), l'acide hexadécanedioïque (16), l'acide octadécanedioïque (18), l'acide octadécènedioïque (18), l'acide eicosanedioïque (20), l'acide docosanedioïque (22) et les dimères d'acides gras contenant 36 carbones.
- [0137] Les dimères d'acides gras mentionnés ci-dessus sont des acides gras dimérisés obtenus par oligomérisation ou polymérisation d'acides gras monobasiques insaturés à longue chaîne hydrocarbonée (tels que l'acide linoléique et l'acide oléique), comme décrit notamment dans le document EP 0 471 566.
- [0138] Lorsque le diacide carboxylique est aromatique, il peut être choisi parmi l'acide téréphtalique (noté T), l'acide isophtalique (noté I) et un acide naphthalénique (noté N).
- [0139] Dans un mode de réalisation, la composition du premier élément est constituée d'un seul homopolyamide.

- [0140] Dans un autre mode de réalisation, l'homopolyamide de la composition du troisième élément est un homopolyamide semi-cristallin aliphatique.
- [0141] Un homopolyamide semi-cristallin, au sens de l'invention, désigne un matériau généralement solide à température ambiante, et qui se ramollit lors d'une augmentation de température, en particulier après passage de sa température de transition vitreuse (Tg), et pouvant présenter une fusion franche au passage de sa température dite de fusion (Tf), et qui redevient solide lors d'une diminution de température en dessous de sa température de cristallisation.
- [0142] L'homopolyamide semi-cristallin, au sens de l'invention, présente une température de fusion (Tf) mesurée selon la norme ISO 11357-3 :2013 par DSC, et une enthalpie de cristallisation mesurée lors de l'étape de refroidissement à une vitesse de 20K/min par DSC selon la norme ISO 11357-3 de 2013 supérieure à 25 J/g, de préférence supérieure à 40 J/g.
- [0143] La Tg, la Tc et la Tf sont déterminées par analyse calorimétrique différentielle (DSC) selon la norme 11357-2 :2013 et 11357-3 :2013 respectivement.
- [0144] La masse moléculaire moyenne en nombre Mn dudit homopolyamide semi-cristallin est de préférence dans une plage allant de de 10000 à 85000, notamment de 10000 à 60000, préférentiellement de 10000 à 50000, encore plus préférentiellement de 12000 à 50000. Ces valeurs Mn peuvent correspondre à des viscosités inhérentes supérieures ou égales à 0,8 telle que déterminées dans le m-crésol selon la norme ISO 307:2007 mais en changeant le solvant (utilisation du m-crésol à la place de l'acide sulfurique et la température étant de 20°C).

S'agissant de l'objet mono-matériau

- [0145] Il est constitué d'au moins deux éléments : ledit au moins un premier élément défini ici comme (E1) et ledit au moins un deuxième élément défini ici comme (E2).
- [0146] Dans une première variante, il est constitué de deux dits éléments : E1/E2.
- [0147] L'élément E1 peut adhérer à l'élément E2 au moins partiellement, en particulier E1 et E2 adhèrent au moins partiellement, notamment E1 et E2 adhère totalement, en particulier au moyen d'un adhésif.
- [0148] L'objet mono-matériau est alors choisi parmi ceux décrits ci-dessus.
- [0149] Dans une seconde variante, il est constitué de plus de deux éléments : $E1/(E1)_n/E2/(E2)_m$, n et m étant compris de 0 à 5 et lorsque n=0, alors m est supérieur à 0 et lorsque m=0, alors n est supérieur à 0.
- [0150] Il est bien évident que lorsque deux éléments E1 ou E2 sont côte à côte, ils peuvent adhérer au moins partiellement l'un à l'autre.
- [0151] Dans un mode de réalisation, les copolyamides des éléments E1 et E2 comprennent un monomère identique, par exemple l'acide amino-11-undécanoïque, notamment au moins 5 % en poids d'un monomère identique par rapport à la somme des constituants

dudit copolyamide, avantageusement au moins 10%, de préférence au moins 20 %.

- [0152] Dans un mode de réalisation, les motifs polyamides des copolyamides des éléments E1 et E2 comprennent un monomère ayant un rapport C/N identique, notamment au moins 5 % en masse d'un monomère ayant un C/N identique par rapport à la somme des constituants dudit homopolyamide ou copolyamide, avantageusement 10%, de préférence 30 %.
- [0153] Dans un autre mode de réalisation, les copolyamides des éléments E1 et E2 comprennent le même motif polyéther (Ba2), en particulier le polytétraméthylène glycol (PTMG).
- [0154] Dans encore un autre mode de réalisation, les copolyamides des éléments E1 et E2 comprennent un monomère identique, par exemple l'acide amino-11-undécanoïque, notamment au moins 5 % en poids d'un monomère identique par rapport à la somme des constituants dudit copolyamide, avantageusement au moins 10%, de préférence au moins 20 % et les copolyamides des éléments E1 et E2 comprennent le même motif polyéther (Ba2), en particulier le polytétraméthylène glycol (PTMG).
- [0155] Dans un autre mode de réalisation, les motifs polyamides des copolyamides des éléments E1 et E2 comprennent un monomère ayant un rapport C/N identique, notamment au moins 5 % en masse d'un monomère ayant un C/N identique par rapport à la somme des constituants dudit homopolyamide ou copolyamide, avantageusement 10%, de préférence 30% et les copolyamides des éléments E1 et E2 comprennent le même motif polyéther (Ba2), en particulier le polytétraméthylène glycol (PTMG).
- [0156] Dans un mode de réalisation, la première composition et la deuxième composition comprennent le même motif polyamide, en particulier un PA11.
- [0157] Dans un autre mode de réalisation, ledit premier et deuxième élément sont choisis parmi les constituants suivants : un textile, un film ou film texturé, une mousse, une pièce injectée, une pièce extrudée, une pièce imprimée en 3D, un adhésif, un non tissé, un voile et une pièce en composite thermoplastique consolidé.
- [0158] Avantageusement, l'objet mono-matériau comprend au moins deux constituants définis ci-dessus et qui sont différents.
- [0159] Avantageusement, l'objet mono-matériau comprend au moins au moins trois constituants définis ci-dessus, en particulier différents.
- [0160] Dans un autre mode de réalisation, le premier et le deuxième élément adhèrent l'un à l'autre par collage au moyen d'un adhésif non polyamide en une teneur comprise de 0,01% à 10% en poids, en particulier de 0,1% à 4% en poids par rapport à la masse totale de l'objet.
- [0161] Dans une troisième variante, il peut être constitué de plus de deux éléments : ledit au moins un premier élément défini ici comme (E1) et ledit au moins un deuxième élément défini ici comme (E2) et ledit troisième élément défini ici comme E3.

- [0162] Dans un mode de réalisation, il est constitué de trois éléments : E1/E2/E3 ou E1/E3/E2 ou E3/E1/E2.
- [0163] L'élément E1 peut adhérer à l'élément E2 au moins partiellement, en particulier E1 et E2 adhèrent au moins partiellement, notamment E1 et E2 adhère totalement, en particulier au moyen d'un adhésif.
- [0164] L'élément E2 peut adhérer à l'élément E3 au moins partiellement, en particulier E2 et E3 adhèrent au moins partiellement, notamment E2 et E3 adhère totalement, en particulier au moyen d'un adhésif.
- [0165] On ne sortirait pas du cadre de l'invention si au moins un autre élément E1 et/ou E2 et/ou E3 était présent dans ledit objet mono-matériau.
- [0166] Dans une première variante, le premier élément est d'origine non recyclée.
- [0167] Dans une seconde variante, le deuxième élément est d'origine non recyclée.
- [0168] Dans une troisième variante, le troisième élément s'il est présent est d'origine non recyclée.
- [0169] Dans une quatrième variante, le premier élément et le deuxième élément sont d'origine non recyclée.
- [0170] Dans une cinquième variante, le premier élément et le troisième élément lorsqu'il est présent sont d'origine non recyclée.
- [0171] Dans une sixième variante, le deuxième élément et le troisième élément lorsqu'il est présent sont d'origine non recyclée.
- [0172] Dans une septième variante, le premier élément, le deuxième élément et le troisième élément lorsqu'il est présent sont d'origine non recyclée.
- [0173] Dans une huitième variante, le premier élément est d'origine au moins partiellement recyclée.
- [0174] Dans une neuvième variante, le deuxième élément est d'origine au moins partiellement recyclée.
- [0175] Dans une dixième variante, le troisième élément s'il est présent est d'origine au moins partiellement recyclée.
- [0176] Dans une onzième variante, le premier élément et le deuxième élément sont d'origine au moins partiellement recyclée.
- [0177] Dans une douzième variante, le premier élément et le troisième élément lorsqu'il est présent sont d'origine au moins partiellement recyclée.
- [0178] Dans une treizième variante, le deuxième élément et le troisième élément lorsqu'il est présent sont d'origine au moins partiellement recyclée.
- [0179] Dans une quatorzième variante, le premier élément, le deuxième élément et le troisième élément lorsqu'il est présent sont d'origine au moins partiellement recyclée.
- [0180] L'expression « au moins partiellement recyclée » signifie qu'il y a au moins 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% de composition recyclée dans ledit

élément, ladite composition recyclée comprenant elle-même au moins 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% de copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) d'origine recyclée.

- [0181] Dans un mode de réalisation, lorsque le mono-matériau est constitué de trois éléments ou plus, ladite composition du troisième élément comprend au moins un homopolyamide ou au moins un copolyamide à longue chaîne.
- [0182] Dans un autre mode de réalisation, lorsque le mono-matériau est constitué de trois éléments ou plus, ladite composition du troisième élément (E3) comprend au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2).
- [0183] Dans encore un autre mode de réalisation, lorsque le mono-matériau est constitué de trois éléments ou plus, ladite composition du troisième élément comprend un mélange d'au moins un homopolyamide ou au moins un copolyamide à longue chaîne et d'au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2).
- [0184] Dans un autre mode de réalisation, la composition du premier élément (E1) comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2).
- [0185] Dans un autre mode de réalisation, la composition du deuxième élément (E2) comprend un seul un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2).
- [0186] Dans un autre mode de réalisation, la composition du troisième élément (E3) s'il est présent comprend un seul homopolyamide ou au moins un copolyamide à longue chaîne.
- [0187] Dans un autre mode de réalisation, la composition du troisième élément (E3) s'il est présent comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2).
- [0188] Dans un autre mode de réalisation, la composition du premier élément (E1) comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) et la composition du deuxième élément (E2) comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2).
- [0189] Dans un autre mode de réalisation, la composition du premier élément (E1) comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) et la composition du deuxième élément (E2) comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) et la composition du troisième élément (E3) s'il est présent comprend un seul homopolyamide ou au moins un copolyamide à longue chaîne.
- [0190] Dans un autre mode de réalisation, la composition du premier élément (E1) comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) et la composition du deuxième élément (E2) comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) et la composition du troisième élément (E3)

s'il est présent comprend un seul copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2).

- [0191] Selon un autre aspect, la présente invention concerne un procédé de fabrication d'un objet mono-matériau tel que défini ci-dessus, comprenant les étapes consistant en :
- [0192] Fournir un premier élément constitué d'une première composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du premier élément d'au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2), tel que défini ci-dessus,
- [0193] Fournir un deuxième élément constitué d'une deuxième composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du deuxième élément, d'au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2), tel que défini ci-dessus,
- [0194] Assembler les éléments de l'objet au moyen d'un adhésif le cas échéant, pour former l'objet fini ou semi-fini.
- [0195] Dans un mode de réalisation, le procédé défini ci-dessus comprend une étape supplémentaire avant assemblage de fourniture d'un troisième élément constitué d'une troisième composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du troisième élément d'au moins un homopolyamide ou d'au moins un copolyamide à longue chaîne, tel que défini ci-dessus, ou d'au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) ou d'un mélange des deux.
- [0196] Dans le cas d'un objet semi-fini, une étape d'ajout d'autres éléments non recyclables par le procédé de l'invention mais de préférence facilement séparables des éléments de l'invention : par exemple l'électronique d'une montre, est effectuée.
- [0197] Selon encore un autre aspect, la présente invention concerne un procédé de recyclage d'un objet tel que défini ci-dessus, comprenant les étapes consistant en :
- [0198] (a) fourniture de l'objet usagé,
- [0199] (b) optionnellement séparation des éléments de l'objet qui ne sont pas recyclables dans ledit procédé,
- [0200] (c) optionnellement nettoyage de l'objet usagé de l'étape (a) ou (b),
- [0201] (d) optionnellement premier broyage de l'objet usagé de l'étape (a) ou (b), ou de l'étape (c) lorsque le nettoyage de l'étape (c) est effectué afin d'obtenir un premier broyat,
- [0202] (e) optionnellement lavage du premier broyat lorsque le nettoyage de l'étape (c) n'est pas effectué,
- [0203] (f) broyage de l'objet usagé de l'étape (a) et/ou (b) et/ou (c) et/ou (d) et/ou (e) afin

d'obtenir un premier broyat ou un second broyat dans le cas où un premier broyage de l'étape (d) a été effectué,

[0204] (g) chauffage du broyat de l'étape (f) jusqu'à sa fusion,

[0205] (h) optionnellement compoundage et

[0206] (i) extrusion ou injection de la masse en fusion.

[0207] Le premier et/ou second broyage peut ou peuvent avoir lieu avant ou après nettoyage.

[0208] Le nettoyage est effectué au moyen d'air comprimé, en particulier sous pression, ou au moyen d'eau chaude ou de vapeur d'eau de ladite structure.

[0209] Le nettoyage à l'air comprimé permet de retirer les particules non polymériques telles que la terre, le sable ou la poussière dudit objet usagé.

[0210] Le nettoyage à l'eau chaude ou à la vapeur d'eau permet de solubiliser et retirer au moins partiellement les hydrosolubles dudit objet usagé pour obtenir les autres constituants dudit objet usagé.

[0211] La température de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau est comprise de 70°C à 150°C, en particulier de 70°C à 120°C.

[0212] L'eau chaude peut avoir un pH compris entre 1 et 12.

[0213] L'étape (h) de compoundage permet de rajouter un modifiant choc et/ou une charge et/ou un additif et /ou un plastifiant.

[0214] Si l'étape (h) est effectuée, alors la matière obtenue après ladite étape (h) est sous forme de granulés pour être ensuite extrudée ou injectée.

[0215] L'expression "objet usagé" désigne un objet qui n'est plus neuf, qui a déjà servi ou dont on a déjà fait usage mais ne désigne en aucun cas un objet post industriel qui serait recyclé sans avoir servi ou dont on n'a pas fait usage.

[0216] Dans un autre mode de réalisation, la présente invention concerne un procédé de recyclage tel que défini ci-dessus, comprenant en outre l'étape de :

[0217] (j) Ajout de matière nouvelle au broyat de l'objet usagé avant ou après l'étape (f) ou après l'étape (g).

[0218] Le terme matière nouvelle désigne aussi bien un autre polymère, en particulier un autre polyamide, en particulier un polyamide avec un C/N < 8 que des charges et des additifs.

S'agissant des additifs :

[0219] L'additif est optionnel et compris de de 0 à 20%, en particulier de 0,1 à 5% en poids.

[0220] L'additif est choisi parmi les colorants, les stabilisants, les plastifiants, les agents tensioactifs, les agents nucléants, les pigments, les azurants, les antioxydants, les lubrifiants, les ignifugeants, les cires naturelles, les modifiants choc, les additifs pour marquage laser, et leurs mélanges.

S'agissant des charges :

- [0221] Concernant les charges, ce sont des fibres de renfort, qui sont notamment des fibres d'origine minérale, organique ou végétale.
- [0222] Ladite fibre de renfort peut être ensimée ou non ensimée.
- [0223] Ladite fibre de renfort peut donc comprendre jusqu'à 0,1% en poids d'un matériau de nature organique (type résine thermodurcissable ou thermoplastique) dénommé ensimage.
- [0224] Parmi les fibres d'origine minérale, on peut citer les fibres de carbone, les fibres de verre, les fibres de basalte ou les fibres à base de basalte, les fibres de silice, ou les fibres de carbure de silicium par exemple. Parmi les fibres d'origine organique, on peut citer les fibres à base de polymère thermoplastique ou thermodurcissable, telles que des fibres de polyamides semi-aromatiques, des fibres d'aramide ou des fibres en polyoléfinés par exemple. De préférence, elles sont à base de polymère thermoplastique amorphe et présentent une température de transition vitreuse T_g supérieure à la T_g du polymère ou mélange de polymère thermoplastique de constitution de la matrice de pré-imprégnation lorsque ce dernier est amorphe, ou supérieure à la T_f du polymère ou mélange de polymère thermoplastique de constitution de la matrice de pré-imprégnation lorsque ce dernier est semi-cristallin. Parmi les fibres d'origine végétale, on peut citer les fibres naturelles à base de lin, de chanvre, de lignine, de bambou, de soie notamment d'araignée, de sisal, et d'autres fibres cellulosiques, en particulier de viscose. Ces fibres d'origine végétale peuvent être utilisées pures, traitées ou bien enduites d'une couche d'enduction, en vue de faciliter l'adhérence et l'imprégnation de la matrice de polymère thermoplastique.
- [0225] De préférence ladite fibre de renfort est choisie parmi les fibres de verre, les fibres de carbone, les fibres de basalte et les fibres à base de basalte.
- [0226] Plus avantageusement, ladite fibre de renfort est choisie parmi les fibres de carbone et les fibres de verre.
- [0227] Dans un mode de réalisation, les fibres de renfort présentes en a) sont des fibres de verre.
- [0228] Les fibres de verre peuvent être à section circulaire ou non circulaire.
- [0229] Une fibre à section circulaire est définie comme une fibre présentant en tout point de sa circonférence une distance égale au centre de la fibre et représente donc un cercle parfait ou quasi parfait.
- [0230] Toute fibre de verre ne présentant pas ce cercle parfait ou quasi parfait est donc défini comme une fibre à section non circulaire.
- [0231] Des exemples de fibre à section non circulaire, sans être limité à celles-ci, sont les fibres non circulaires, ayant par exemple une forme elliptique, ovale ou en cocon, les fibres en étoile, les fibres en flocon (flake), les fibres plates, les cruciformes, un polygone et un anneau.

- [0232] La fibre de verre peut être :
- [0233] - soit à section circulaire de diamètre compris de 4 μm et 25 μm , de préférence de 4 à 15 μm .
- [0234] - soit à section non circulaire avec un ratio L/D (L représentant la plus grande dimension de la section transverse de la fibre et D la plus petite dimension de la section transverse de ladite fibre) compris de 2 à 8, en particulier de 2 à 4. L et D peuvent être mesurés par microscopie électronique à balayage (MEB).
- [0235] Avantagement, les fibres de verre sont circulaires.
- [0236] Les fibres de verre sont notamment de type E, R, S2, ou T. Avantagement les fibres de verre sont de type E.
- [0237] Dans un autre mode de réalisation, les charges sont présentes de 0 à 65%.
- [0238] Dans un mode de réalisation, les charges sont recyclées.
- [0239] Pour les charges comprenant du verre, elles peuvent être notamment être fabriquées à partir de déchet de production industriels ou de verre post consumer.
- [0240] Les fibres de carbone peuvent par exemple provenir de la coupe de bobine de fibres longues périmées, en particulier des fibres de carbone pour l'aéronautique.
- [0241] Avantagement, les charges sont choisies parmi des fibres de verre, en particulier circulaires et des fibres de carbone, en particulier des fibres de verre, notamment circulaires.
- [0242] Selon un autre aspect, la présente invention concerne une composition de polyamide recyclé susceptible d'être obtenue par le procédé tel que défini ci-dessus.
- [0243] Selon encore un autre aspect, la présente invention concerne une composition comprenant en poids :
- [0244] de 30 à 100 %, avantagement de 50 à 99% de polyamide recyclé issus des objets mono-matériaux définis ci-dessus,
- [0245] de 0 à 70 % de polyamides vierges choisis parmi les homopolyamides, en particulier à longue chaîne, les copolyamides, en particulier à longue chaîne et les PEBA, en particulier à longue chaîne, avantagement le polyamide vierge est un PEBA, en particulier à longue chaîne,
- [0246] de 0 à 65% de charges,
- [0247] de 0 à 20%, en particulier de 0,1 à 5% en poids d'additifs,
- [0248] la somme des constituants étant égale à 100%,
- [0249] ledit polyamide recyclé présentant des fonctions issues de réactions d'oxydation choisies parmi les fonctions amides primaires, nitriles, groupements méthyle en fin de chaîne, les alcènes, formamides, imides, acides carboxyliques et alcools et leurs mélanges, dans un ratio molaire par rapport aux fonctions amides supérieur à celui du même polyamide constituant un objet non usagé n'ayant encore jamais été utilisé.
- [0250] Le terme PEBA est tel que défini ci-dessus.

- [0251] Dans toute la description, l'expression « PEBA à longue chaîne » désigne un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) tel que défini ci-dessus dans lequel les motifs polyamides sont des motifs à longue chaîne avec un ration C/N supérieur ou égale à 8, plus particulièrement supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10
- [0252] Lors de l'utilisation d'un objet mono-matériau, de nouvelles espèces issues des mécanismes d'oxydations, notamment des fonctions amides et/ou du méthylène en alpha desdites fonctions amides, telles que des fonctions imides, acides carboxyliques, amides primaires et alcools apparaissent dans les polyamides constituant lesdits tubes ou réservoirs.
- [0253] Lesdites fonctions apparaissent en raison du rayonnement UV ou de la chaleur ou en raison d'une réaction avec un composé avec lequel ledit objet est en contact. Par exemple, de l'essence, de la crème solaire, des lubrifiants...
- [0254] Lesdites fonctions peuvent être détectés par spectrométrie infra rouge ou RMN.
- [0255] Ainsi la bande d'absorption de 1700 à 1740cm-1 correspond à un imide, celle de 1680 à 1720 cm-1 au carbonyle de l'acide carboxylique et celle de 3580 à 3670 cm-1 correspond à la fonction alcool de l'acide carboxylique.
- [0256] La bande d'absorption de 3580 à 3670 cm-1 correspond à la fonction alcool libre.
- [0257] La fonction amide est caractérisée d'une part par un couple de bandes d'absorption de 3100 à 3500 cm-1 et de 15560 à 1640 cm-1 qui correspond au groupement NH de l'amide et d'autre part par la bande d'absorption de 1650 à 1700 cm-1 qui correspond au groupement carbonyle de l'amide.
- [0258] Dans une première variante, ladite composition comprend en poids :
- [0259] de 50 à 70% de polyamide recyclé issus des objets mono-matériaux définis ci-dessus,
- [0260] de 30 à 50 % de polyamides vierges choisis parmi les homopolyamides, en particulier à longue chaîne, les copolyamides, en particulier à longue chaîne, et les PEBA, en particulier à longue chaîne, avantageusement le polyamide vierge est un PEBA, en particulier à longue chaîne,
- [0261] de 0 à 20%, en particulier de 0,1 à 5% en poids d'additifs,
- [0262] la somme des constituants étant égale à 100%.
- [0263] Dans une seconde variante, ladite composition comprend en poids :
- [0264] de 30 à 50% de polyamide recyclé issus des objets mono-matériaux définis ci-dessus,
- [0265] de 0 à 65% de polyamides vierges choisis parmi les homopolyamides, , en particulier à longue chaîne, les copolyamides, en particulier à longue chaîne, et les PEBA, en particulier à longue chaîne, avantageusement le polyamide vierge est un PEBA, en particulier à longue chaîne
- [0266] de 5 à 60% de charges,
- [0267] de 0 à 20%, en particulier de 0,1 à 5% en poids d'additifs,

- [0268] la somme des constituants étant égale à 100%.
- [0269] Dans une troisième variante, ladite composition comprend en poids :
- [0270] de 60 à 80% de polyamide recyclé issus des objets mono-matériaux définis ci-dessus,
- [0271] de 0 à 20% de polyamides vierges choisis parmi les homopolyamides, en particulier à longue chaîne, les copolyamides, en particulier à longue chaîne, et les PEBA, en particulier à longue chaîne, avantageusement le polyamide vierge est un PEBA, en particulier à longue chaîne,
- [0272] de 20 à 40% de charges,
- [0273] de 0 à 20%, en particulier de 0,1 à 5% en poids d'additifs,
- [0274] la somme des constituants étant égale à 100%.
- [0275] Dans une quatrième variante, ladite composition comprend en poids :
- [0276] de 40 à 60% de polyamide recyclé issus des objets mono-matériaux définis ci-dessus,
- [0277] de 0 à 20% de polyamides vierges choisis parmi les homopolyamides, en particulier à longue chaîne, les copolyamides, en particulier à longue chaîne, et les PEBA, en particulier à longue chaîne, avantageusement le polyamide vierge est un PEBA, en particulier à longue chaîne,
- [0278] de 40 à 60% de charges,
- [0279] de 0 à 20%, en particulier de 0,1 à 5% en poids d'additifs,
- [0280] la somme des constituants étant égale à 100%.
- [0281] Dans un mode de réalisation, dans lesdites compositions de cet autre aspect et de ses quatre variantes, le terme « comprend » est remplacé par le terme « constitué de ».
- [0282] Les compositions de ces quatre variantes et de leurs modes de réalisation sont des compositions en particulier adaptées au mode de réalisation dans lequel l'objet mono-matériau défini ci-dessus est caractérisé en ce que seule l'une des deux compositions comprend une charge, l'autre en étant dépourvue.
- [0283] Dans un mode de réalisation, ledit ratio molaire des fonctions issues de réactions d'oxydation par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/10000 à 1/20.
- [0284] Les concentrations peuvent être mesurées en RMN du proton dans le dichlorométhane-d₂, en ajoutant de l'HFIP (hexafluoroisopropanol) pour solubiliser le polyamide.
- [0285] Dans une première variante, ledit ratio molaire des fonctions imides est compris de 1/1000 à 1/20, notamment de 1/500 à 1/20, en particulier de 1/200 à 1/50.
- [0286] Dans une seconde variante, ledit ratio molaire des fonctions acides carboxyliques est compris de 1/5000 à 1/20, notamment de 1/3000 à 1/50 très avantageusement compris de 1/500 à 1/15.
- [0287] Dans une troisième variante, ledit ratio molaire des fonctions alcools est compris de 1/1000 à 1/20 et avantageusement comprise de 1/1000 à 1/25 très avantageusement

comprise de 1/200 à 1/50.

[0288] Dans une quatrième variante, ledit ratio molaire des fonctions amides primaires par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/2000 à 1/20 et avantageusement comprise de 1/1000 à 1/100 très avantageusement comprise de 1/1000 à 1/500.

[0289] Dans une cinquième variante, ledit ratio molaire des fonctions nitriles par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/1000 à 1/20 et avantageusement comprise de 1/500 à 1/15 très avantageusement comprise de 1/100 à 1/10.

[0290] Dans une cinquième variante, ledit ratio molaire des fonctions méthyles en fin de chaîne par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/5000 à 1/50 et avantageusement comprise de 1/2000 à 1/100 très avantageusement comprise de 1/1000 à 1/200.

[0291] Il est bien évident qu'en fonctions des objets mono-matériaux usagés et de l'exposition auxquels ils auront été soumis, une ou plusieurs fonctions issues de réactions d'oxydation peuvent être présentes.

[0292] La composition comprend également avantageusement des résidus de stabilisants choisis parmi les phénols, les quinones, les stylobénéquinone et le phosphite.

[0293] Le polyamide recyclé comprend avantageusement des fins de chaîne alkyl avec un nombre de carbone (compris entre 1 et 18) supérieur à celui d'un PA vierge. Avantageusement, le taux de fins de chaîne alkyl est compris entre 1 ppm et 0,5 %.

[0294] Selon un autre aspect, la présente invention concerne l'utilisation d'une composition telle que définie ci-dessus pour la fabrication d'objets, en particulier mono-matériaux.

[0295] Ledit objet mono-matériaux ainsi fabriqué à partir d'objet mono-matériau usagé peut lui-même être recyclé selon le procédé de l'invention au moins une fois, en particulier de 1 à 10 fois.

EXEMPLES

[0296] Les exemples suivants illustrent l'invention sans la limiter. Les protèges tibia EC1 et EI1 ont été assemblés par surmoulage. Les pourcentages indiqués sont des pourcentages massiques.

[0297] Les polymères suivants ont été utilisés pour la fabrication des pièces :

[0298] - PEBA n°1 : copolymère PEBA comprenant des blocs de PA 11 de masse molaire moyenne en nombre 1000 g/mol et des blocs de souples de PTMG de masse molaire moyenne en nombre 1000 g/mol de dureté 40 Shore D.

[0299] - PEBA n°2 : copolymère PEBA comprenant des blocs de PA 11 de masse molaire moyenne en nombre 600 g/mol et des blocs de souples de PTMG de masse molaire moyenne en nombre 1000 g/mol de dureté 35 Shore D.

[0300] - TPU n°1 : TPU à blocs rigides à base de 4,4'-MDI (4,4'-diisocyanate de diphenylméthylène) et d'1,4-BDO (1,4-butanediol) et à blocs souples polyesters à base d'acide

adipique et de butane diol, de dureté 85 Shore A.

- [0301] Les objets EC1 et EI 1 ont été broyés en broyat ayant une taille inférieure à 30 mm puis compoundés dans une extrudeuse bi-vis 18 mm à un débit de 5kg/h et une température de 230 °C afin d'obtenir des granulés pour évaluer les propriétés obtenues lors de la seconde vie du matériau.
- [0302] Les compositions ont ensuite été séchées sous pression réduite à 80°C afin d'atteindre un taux d'humidité inférieure à 0,04 %.
- [0303] Des plaques de 2 mm ont été fabriquées par moulage par injection à l'aide d'une presse Battenfeld BA800 CDC en utilisant des moules non-polis. Les paramètres suivants ont été appliqués lors de l'injection :
- [0304] - Température du fourreau : 180°C.
- [0305] - Température de la buse : 200°C.
- [0306] - Température du moule : 30°C.
- [0307] - Temps de cycle : 60 secondes.
- [0308] La densité à 23 °C est mesurée selon la norme ISO 1183-1 sur les plaques de 2 mm. La tan δ à 23°C est mesurée selon la norme ISO 6721 datant de 2019, à une déformation de 0,1 % en tension, à une fréquence de 1 Hz, et à une vitesse de chauffe de 2°C/min. Toutes ces évaluations ont été réalisées sur des éprouvettes sèches
- [0309] (non-conditionnées).
- [0310] Les compositions et leur évaluation sont présentées au tableau 1.
- [0311] [Tableaux1]

	Protège tibia	
	EI 1	EC1
Elément 1 : couche interne	PEBA 2	TPU 1
	50%	50%
Element 2 :couche externe	PEBA 1	PEBA 1
	50%	50%
Density (ISO1183-1)	1.024	1.064
Tan delta à 23 °C	0.03	0.09

[0312]

- [0313] On constate que la composition selon l'invention a une tan δ à 23°C plus faible que celle des compositions comparatives, et ont donc un retour élastique plus élevé, tout en conservant une densité plus faible que celle de la composition comparative. Les objets de l'invention peuvent donc être recyclés pour fabriquer des pièces de haute per-

formance.

Revendications

- [Revendication 1] Objet mono-matériau comprenant au moins deux éléments :
- au moins un premier élément constitué d'une première composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du premier élément, d'un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2)
 - au moins un deuxième élément constitué d'une deuxième composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du deuxième élément, d'un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2)
- lesdits premier et deuxième éléments pouvant adhérer au moins partiellement l'un à l'autre,
- ledit copolyamide de la première composition et ledit copolyamide de la deuxième composition présentant un ratio C/N du motif (Ba1) supérieur ou égal à 6, notamment supérieur ou égal à 8, en particulier supérieur ou égal à 9, notamment supérieur ou égal à 10.
- [Revendication 2] Objet mono-matériau selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est choisi parmi un article électronique, un article textile, un article optique, un article électroménager, un article cosmétique, un article de sport, un article de papeterie, un article de bagagerie, un jouet, du mobilier et les pièces automobiles.
- [Revendication 3] Objet mono-matériau selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que seule l'une des deux compositions comprend une charge, l'autre en étant dépourvue.
- [Revendication 4] Objet mono-matériau selon la revendication 1 à 3, caractérisé en ce que au moins 10% en poids des motifs, en particulier au moins 30% en poids, constituant ledit au moins polyamide à motifs (Ba1) de la première composition et ledit polyamide à motifs (Ba1) de la deuxième composition sont identiques, en particulier lesdits motifs sont des motifs PA11.
- [Revendication 5] Objet mono-matériau selon la revendication 1 à 4, caractérisé en ce que la première composition et la deuxième composition comprennent le même motif polyamide, en particulier un PA11.
- [Revendication 6] Objet mono-matériau selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit premier et deuxième élément sont choisis parmi les

constituants suivants : un textile, un film ou film texturé, une mousse, une pièce injectée, une pièce extrudée, une pièce imprimée en 3D, un adhésif, un non tissé, un voile et une pièce en composite thermo-plastique consolidé.

- [Revendication 7] Objet mono-matériau selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux constituants définis dans la revendication 6 et qui sont différents.
- [Revendication 8] Objet mono-matériau selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend au moins au moins trois constituants définis dans la revendication 6, en particulier différents.
- [Revendication 9] Objet mono-matériau selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le premier et le deuxième élément adhèrent l'un à l'autre par collage au moyen d'un adhésif non polyamide en une teneur comprise de 0,01% à 10% en poids, en particulier de 0,1% à 4% en poids par rapport à la masse totale de l'objet.
- [Revendication 10] Objet mono-matériau selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un troisième élément constitué d'une troisième composition comprenant au moins un homopolyamide ou au moins un copolyamide à longue chaîne ou au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) ou un mélange de ceux-ci, ledit au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2) étant tel que défini dans la revendication 1.
- [Revendication 11] Procédé de fabrication d'un objet mono-matériau selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant les étapes consistant en :
- Fournir un premier élément constitué d'une première composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du premier élément d'au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2), tel que défini dans l'une des revendication 1 à 10,
- Fournir un deuxième élément constitué d'une deuxième composition comprenant en poids au moins 30%, notamment au moins 50%, particulièrement au moins 70 %, plus particulièrement au moins 90 %, par rapport au poids total du deuxième élément, d'au moins un copolyamide à motifs amides (Ba1) et à motifs polyéthers (Ba2), tel que défini dans l'une des revendication 1 à 10,
- Assembler les éléments de l'objet au moyen d'un adhésif le cas échéant,

- pour former l'objet fini ou semi-fini.
- [Revendication 12] Procédé de recyclage de l'objet tel que défini dans l'une des revendications 1 à 10, comprenant les étapes consistant en :
- (a) fourniture de l'objet usagé,
 - (b) optionnellement séparation des éléments de l'objet qui ne sont pas recyclables dans ledit procédé,
 - (c) optionnellement nettoyage de l'objet usagé de l'étape (a) ou (b),
 - (d) optionnellement premier broyage de l'objet usagé de l'étape (a) ou (b), ou de l'étape (c) lorsque le nettoyage de l'étape (c) est effectué afin d'obtenir un premier broyat,
 - (e) optionnellement lavage du premier broyat lorsque le nettoyage de l'étape (c) n'est pas effectué,
 - (f) broyage de l'objet usagé de l'étape (a) et/ou (b) et/ou (c) et/ou (d) et/ou (e) afin d'obtenir un premier broyat ou un second broyat dans le cas où un premier broyage de l'étape (d) a été effectué,
 - (g) chauffage du broyat de l'étape (f) jusqu'à sa fusion,
 - (h) optionnellement compoundage et
 - (i) extrusion ou injection de la masse en fusion.
- [Revendication 13] Procédé de recyclage selon la revendication 12, comprenant en outre l'étape de :
- (j) Ajout de matière nouvelle au broyat de l'objet usagé avant ou après l'étape (f) ou après l'étape (g).
- [Revendication 14] Composition de polyamide recyclé susceptible d'être obtenue par le procédé selon les revendications 12 à 13.
- [Revendication 15] Composition comprenant en poids
- de 30 à 100 %, avantageusement de 50 à 99% de polyamide recyclé issus des objets mono-matériaux définis ci-dessus,
 - de 0 à 70 % de polyamides vierges choisis parmi les homopolyamides, en particulier à longue chaîne, les copolyamides, en particulier à longue chaîne et les PEBA, avantageusement le polyamide vierge est un PEBA
 - de 0 à 65% de charges,
 - de 0 à 20%, en particulier de 0,1 à 5% en poids d'additifs,
 - la somme des constituants étant égale à 100%,
 - ledit polyamide recyclé présentant des fonctions issues de réactions d'oxydation choisies parmi les fonctions amides primaires, nitriles, groupements méthyle en fin de chaîne, les alcènes, formamides, imides, acides carboxyliques et alcools et leurs mélanges, dans un ratio molaire par rapport aux fonctions amides supérieur à celui du même polyamide

- constituant un objet non usagé n'ayant encore jamais été utilisé.
- [Revendication 16] Composition selon la revendication 15, caractérisée en ce que ledit ratio molaire des fonctions issues de réactions d'oxydation par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/10000 à 1/20.
- [Revendication 17] Composition selon la revendication 15 à 16, caractérisée en ce que ledit ratio molaire des fonctions imides par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/1000 à 1/20, notamment de 1/500 à 1/20, en particulier de 1/200 à 1/50.
- [Revendication 18] Composition selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisée en ce que ledit ratio molaire des fonctions acides carboxyliques par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/5000 à 1/20, notamment de 1/3000 à 1/50 très avantageusement comprise de 1/500 à 1/15.
- [Revendication 19] Composition selon l'une des revendications 15 à 18, caractérisée en ce que ledit ratio molaire des fonctions alcools par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/1000 à 1/20 et avantageusement comprise de 1/1000 à 1/25 très avantageusement comprise de 1/200 à 1/50.
- [Revendication 20] Composition selon l'une des revendications 15 à 19, caractérisée en ce que ledit ratio molaire des fonctions amides primaires par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/2000 à 1/20 et avantageusement comprise de 1/1000 à 1/100 très avantageusement comprise de 1/1000 à 1/500.
- [Revendication 21] Composition selon l'une des revendications 15 à 20, caractérisée en ce que ledit ratio molaire des fonctions nitriles par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/1000 à 1/20 et avantageusement comprise de 1/500 à 1/15 très avantageusement comprise de 1/100 à 1/10.
- [Revendication 22] Composition selon l'une des revendications 15 à 21, caractérisée en ce que ledit ratio molaire des fonctions méthyles en fin de chaîne par rapport aux fonctions amides secondaires est compris de 1/5000 à 1/50 et avantageusement comprise de 1/2000 à 1/100 très avantageusement comprise de 1/1000 à 1/200.
- [Revendication 23] Utilisation de la composition selon l'une des revendications 14 à 22, pour la fabrication d'objets, en particulier mono-matériaux.

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 913058
FR 2211267

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2022/090665 A1 (ARKEMA FRANCE [FR]) 5 mai 2022 (2022-05-05) * revendications 1, 5, 9, 12-14 * * page 8, ligne 9 - ligne 10 * * page 8, ligne 18 - ligne 20 * * page 31, ligne 30 - ligne 32 * -----	1-23	C08L77/00 C08J11/04 C08J3/20
X	US 2011/111208 A1 (D HERBECOURT BRUNO [FR] ET AL) 12 mai 2011 (2011-05-12)	1-11, 14-23	
A	* revendications 1, 9, 10, 12; exemple 4 * * alinéas [0005], [0150] * -----	12,13	
A	SCHYNS ZOÉ O. G. ET AL: "Mechanical Recycling of Packaging Plastics: A Review", MACROMOLECULAR RAPID COMMUNICATIONS, vol. 42, no. 3, 30 septembre 2020 (2020-09-30), page 2000415, XP093037853, DE ISSN: 1022-1336, DOI: 10.1002/marc.202000415 Extrait de l'Internet: URL:https://onlinelibrary.wiley.com/doi/fu ll-xml/10.1002/marc.202000415> * page 4 * -----	12,13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B29B B32B G04F H05K G04B C08G C08L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 avril 2023		Arz, Marius	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2211267 FA 913058**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-04-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2022090665 A1	05-05-2022	FR 3115491 A1	29-04-2022
		WO 2022090665 A1	05-05-2022

US 2011111208 A1	12-05-2011	AT 528369 T	15-10-2011
		BR PI0914992 A2	27-10-2015
		CA 2723227 A1	21-01-2010
		CN 102046749 A	04-05-2011
		EP 2300551 A2	30-03-2011
		FR 2933986 A1	22-01-2010
		JP 2011528057 A	10-11-2011
		KR 20110040751 A	20-04-2011
		TW 201022307 A	16-06-2010
		US 2011111208 A1	12-05-2011
		WO 2010007292 A2	21-01-2010
