

PROCEDE DE RECYCLAGE DE PLASTIQUES COMPRENANT LA SEPARATION PAR DECANTATION D'IMPURETES D'UNE SOLUTION POLYMERES

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un procédé de traitement de plastiques, en particulier
5 usagés, afin d'obtenir un flux de polymères thermoplastiques purifiés qui peut être valorisé
par exemple dans la fabrication de nouveaux objets plastiques. Plus particulièrement, la
présente invention concerne un procédé de purification d'une charge plastique, notamment
issue de déchets plastiques, comprenant des polymères thermoplastiques et en particulier
des polyoléfines, par exemple du polyéthylène et/ou du polypropylène, par dissolution des
10 thermoplastiques visés dans un solvant puis purification de la solution polymère obtenue.
Ledit procédé comprend en particulier une étape de purification de la solution polymère
obtenue par décantation d'au moins une partie des impuretés, permettant ainsi de récupérer
en sortie de procédé selon l'invention un flux de thermoplastiques purifiés.

TECHNIQUE ANTERIEURE

15 Les plastiques issus des filières de collecte et de tri peuvent être valorisés selon différentes
filières.

Le recyclage dit mécanique permet de réutiliser en partie certains déchets soit directement
dans de nouveaux objets soit en mélangeant les flux de déchets plastiques triés
mécaniquement à des flux de polymères vierges. Ce type de valorisation est limité puisque,
20 même s'il permet d'obtenir un flux concentré en un type particulier de polymère, le tri
mécanique ne permet pas d'éliminer les impuretés qui sont au moins en partie emprisonnées
dans la matrice polymère, comme par exemple les additifs tels que les charges (ou « fillers »
selon la terminologie Anglo-Saxonne), les colorants, les pigments, et les métaux. En effet,
les additifs sont des composés classiquement introduits dans les formulations polymériques
25 pour conférer à la matière, et donc aux objets finaux, les propriétés désirées, par exemple
une résistance mécanique élevée, une couleur particulière, etc.

Le recyclage dit chimique vise à reformer au moins en partie des monomères selon un
enchaînement d'étapes généralement complexe. Par exemple, les déchets plastiques
peuvent subir une étape de pyrolyse, et l'huile de pyrolyse récupérée, généralement après
30 purification, peut être convertie au moins en partie par exemple en oléfines par
vapocraquage. Ces oléfines peuvent ensuite être polymérisées. Ce type d'enchaînement
peut être adapté pour des charges peu triées ou des refus de centre de tri, mais il nécessite
généralement une consommation d'énergie importante du fait notamment des traitements à
haute température.

Une autre voie de recyclage des déchets plastiques consiste à mettre en solution, au moins en partie, les plastiques, en particulier les thermoplastiques, en vue de les purifier, en éliminant les impuretés, par exemple les additifs tels que les charges ou fillers selon la terminologie anglo-saxonne, les colorants, les pigments, et les métaux et/ou les polymères
5 de la charge autres que celui/ceux visés.

Plusieurs études présentent ainsi différentes méthodes de traitement de déchets plastiques par dissolution et purification.

Le document US 2017/002110 décrit une méthode particulière de purification d'une charge polymère, notamment issue de déchets plastiques par dissolution du polymère dans un solvant, dans des conditions particulières de température et de pression, puis contact de la
10 solution polymère obtenue avec un solide.

Le document WO 2018/114047 propose quant à lui une méthode de dissolution sélective d'un polymère particulier d'un plastique dans un solvant à une température de dissolution proche de la température d'ébullition du solvant. Cependant, le procédé du document
15 WO 2018/114047 ne permet de traiter et séparer efficacement les impuretés, par exemple les additifs.

Le document US 2018/0208736 propose un procédé de traitement par liquéfaction de thermoplastiques dans un solvant puis séparation des insolubles et/ou des gaz. Le procédé du document US 2018/0208736 ne permet pas de traiter efficacement les impuretés, et en
20 particulier les impuretés solubles dans le solvant. L'objectif de US 2018/0208736 est de fournir une composition plastique pouvant être utilisée dans un procédé de craquage, une pureté élevée n'est donc pas recherchée. En effet, US 2018/0208736 indique par exemple qu'il reste environ 2% poids d'impuretés après traitement dans un réacteur d'une charge (comprenant environ 3% poids de matériaux étrangers solides par rapport au poids total des
25 composés solides de la charge) par dissolution dans du docosane (qui a une température d'ébullition à 369°C) à 150-300°C et 1,1-1,5 bar (soit 0,11-0,15 MPa) puis décantation dans une zone non agitée dudit réacteur.

Le document WO2018/118579 décrit une méthode de purification d'une charge polymère notamment issue de déchets plastiques par dissolution du polymère dans un solvant dans un
30 réacteur sous agitation, suivie d'une étape de sédimentation. Plus particulièrement, WO2018/118579 illustre la purification d'une charge composée de polypropylène post-consommation par dissolution dans le n-butane dans un autoclave agité à 140°C et 900 psig (6,21 MPa), suivie d'une phase de sédimentation après arrêt de l'agitation dans l'autoclave. La solution polymère obtenue est envoyée ou non à travers des lits de solides puis

dépressurisées de manière à pouvoir séparer au moins une partie du solvant butane du polypropylène.

La présente invention vise à perfectionner ces procédés de traitement des thermoplastiques par dissolution dans un solvant. En particulier, la présente invention cherche à optimiser
5 l'élimination, avantageusement en continu, des impuretés d'une charge plastique et à récupérer un flux de thermoplastiques, en particulier de polyoléfines, purifié et notamment décoloré et désodorisé, tout en limitant le nombre d'opérations dans le procédé mis en œuvre, et notamment le nombre d'étapes de séparation et/ou purification dudit procédé. La présente invention cherche ainsi à éliminer efficacement les impuretés, par exemple les
10 additifs, d'une charge plastique, qui comprend en particulier des thermoplastiques, et en particulier des polyoléfines, de manière à obtenir en continu un flux de thermoplastiques purifiés, en particulier un flux de polyoléfines purifiées, qui pourra être réutilisé par exemple comme base polymère dans la fabrication de nouveaux objets plastiques à la place de résine vierge, en mettant en œuvre un procédé en continu et simple.

15 RESUME DE L'INVENTION

L'invention concerne un procédé de traitement d'une charge plastique, comprenant :

a) une étape de dissolution de la charge plastique dans un solvant de dissolution, l'étape a) étant opérée à une température de dissolution comprise entre 100°C et 300°C et à une pression de dissolution entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, pour obtenir au moins une solution
20 polymère brute ;

b) une étape de décantation de la solution polymère brute, pour obtenir une solution polymère décantée et une fraction de résidus,

l'étape b) étant opérée à une température comprise entre 100°C et 300°C et une pression entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, et mettant en œuvre au moins un décanteur,

25 lorsque l'étape b) comprend plusieurs décanteurs, lesdits décanteurs fonctionnent en série ou en parallèle,

le décanteur ou le premier décanteur des décanteurs en série ou encore chaque décanteur en parallèle étant alimenté en au moins une fraction de ladite solution polymère brute,

30 dans laquelle un effluent enrichi en solution polymère est récupéré en sortie du ou de chaque décanteur,

l'effluent enrichi en solution polymère récupéré en sortie dudit décanteur ou du dernier décanteur des décanteurs fonctionnant en série ou encore l'ensemble des effluents enrichis

en solution polymère récupérés en sortie de chaque décanteur fonctionnant en parallèle, constituant ladite solution polymère décantée,

un flux de résidus étant récupéré en sortie du ou de chaque décanteur, l'ensemble des flux de résidus récupérés constituant ladite fraction de résidus,

- 5 ledit au moins un décanteur présentant une vitesse superficielle liquide variant entre 1×10^{-7} et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s ; puis

c) une étape de séparation solvant-polymère, pour obtenir au moins un flux de polymères thermoplastiques purifiés.

- L'avantage du procédé selon l'invention est de proposer un traitement efficace et simple
10 d'une charge plastique, et notamment de déchets plastiques en particulier issus des filières de collecte et de tri, de manière à récupérer les polymères thermoplastiques, en particulier les polyoléfines, voire sélectivement le polypropylène ou le polyéthylène, qu'elle contient pour pouvoir les recycler vers tout type d'applications. Le procédé selon l'invention, qui comprend la dissolution des thermoplastiques suivie d'une étape de décantation particulière,
15 notamment en continu, permet en effet d'obtenir de façon simple et avantageusement en continu, un flux de thermoplastiques purifiés présentant une teneur en impuretés suffisamment faible pour que le flux de thermoplastiques purifiés puisse être utilisé dans tout type de formulation de plastiques à la place de résine vierge. Plus particulièrement le procédé selon l'invention permet d'éliminer au moins 70% poids, préférentiellement au moins
20 80% poids, des impuretés, et en particulier des impuretés inorganiques, contenues dans la charge plastique. Le procédé selon l'invention permet également d'éliminer des composés organiques et des polymères notamment insolubles autres que les thermoplastiques visés. De plus, très avantageusement, le flux de thermoplastiques purifiés, en particulier de polyoléfines purifiées, obtenu à l'issue du procédé est moins coloré, voire décoloré, par
25 rapport à la charge plastique qui alimente le procédé selon l'invention. Dans des cas très particuliers, le procédé selon l'invention permet d'obtenir un flux de thermoplastiques purifiés, notamment le flux de polyoléfines purifiées, voire de polypropylène ou de polyéthylène, comprenant 5% poids d'impuretés ou moins, très avantageusement 1,0% poids d'impuretés ou moins, encore plus préférentiellement présentant une teneur inférieure
30 ou égale à 0,5% poids d'impuretés.

- Le procédé selon l'invention propose ainsi un schéma simple correspondant à un enchaînement d'opérations, comprenant en particulier au moins une dissolution et une décantation, qui permet de débarrasser les déchets plastiques d'au moins une partie de leurs impuretés, notamment d'au moins une partie des additifs, et de récupérer des
35 thermoplastiques purifiés, en particulier les thermoplastiques visés purifiés, comprenant peu

d'impuretés, et avantageusement une teneur très faible en solvant (de préférence inférieure ou égale à 10% poids, préférentiellement inférieure ou égale à 1% poids), de manière à pouvoir valoriser les déchets plastiques par recyclage desdits thermoplastiques purifiés.

L'invention a encore comme avantage de participer au recyclage des plastiques et à la
5 préservation des ressources fossiles, en permettant la valorisation des déchets plastiques.

Elle permet, en effet, la purification des déchets plastiques en vue d'obtenir un flux de polymères thermoplastiques purifiés, en particulier de polyoléfines purifiées, voire de polypropylène ou de polyéthylène purifié, à teneur réduite en impuretés et notamment décoloré et désodorisé, pouvant être réutilisé pour former de nouveaux objets plastiques.

10 Les thermoplastiques purifiés obtenus pourront ainsi être utilisés directement dans des formulations en mélange avec des additifs, par exemple des plastifiants, colorants, pigments, charges, etc., à la place ou en mélange avec des résines vierges, en vue d'obtenir des matières plastiques avec des propriétés d'usage, esthétiques, mécaniques ou rhéologiques facilitant leur réemploi et leur valorisation.

15 La présente invention concerne également un dispositif de traitement d'une charge plastique pour obtenir un flux de polymères thermoplastiques purifiés, qui comprend :

- des moyens pour mettre en contact et dissoudre au moins en partie la charge plastique dans un solvant de dissolution, pour obtenir une solution polymère brute ;

- un dispositif de décantation comprenant au moins un décanteur dans lequel une vitesse
20 superficielle liquide varie entre 1×10^{-7} et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, et de préférence dans lequel la vitesse d'injection est inférieure ou égale à 1,00 m/s ,

lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs, lesdits décanteurs fonctionnant en série ou en parallèle,

ledit au moins un décanteur étant un décanteur vertical ou horizontal, de préférence de
25 forme cylindrique ou globalement cylindrique, présentant de préférence un ratio L/D entre la hauteur ou longueur totale L du décanteur et le diamètre D du décanteur compris entre 0,5 et 12, de préférence entre 1,0 et 6,0,

ledit(ou lesdits) décanteur(s) comprenant un point d'alimentation en solution polymère,

ledit au moins un décanteur comprenant une première sortie pour un effluent enrichi en
30 solution polymère et une deuxième sortie pour un flux de résidus,

lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs en série, la première sortie du décanteur en aval est avantageusement connectée au point d'alimentation du décanteur directement en amont, sauf pour le dernier décanteur de la série pour lequel la première sortie est connectée à des moyens situés en aval du dispositif de décantation,

lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs en parallèle, l'ensemble desdites premières sorties desdits décanteurs sont connectées entre elles et à un système de mélange pour mélanger l'ensemble des effluents enrichi en solution polymère récupérés en sortie desdits décanteurs en parallèle, ledit système de mélange étant connecté à des
5 moyens situés en aval du dispositif de décantation ;

- éventuellement un système de purification supplémentaire, situé en aval du dispositif de décantation ;

- des moyens de séparation solvant-polymère, situés en aval du dispositif de décantation, pour séparer un flux de solvant et un flux de polymères thermoplastiques purifiés.

10 Selon un mode de réalisation, ledit au moins un décanteur est un décanteur vertical, dans lequel :

- le point d'alimentation dudit décanteur est situé entre le quart de la hauteur dudit décanteur et les trois quarts de la hauteur dudit décanteur, ledit point d'alimentation définissant alors deux zones dans le décanteur vertical considéré, une zone supérieure située entre le point
15 d'alimentation et la tête du décanteur vertical, et une zone inférieure située entre le point d'alimentation et le fond du décanteur vertical,

- la première sortie dudit décanteur est avantageusement située dans la zone supérieure du décanteur vertical considéré, et la deuxième sortie est située dans la zone inférieure du décanteur vertical,

20 Selon un autre mode de réalisation, ledit au moins un décanteur est un décanteur horizontal, dans lequel :

- le point d'alimentation dudit décanteur est situé vers une extrémité du décanteur horizontal considéré,

- la première sortie et la deuxième sortie dudit décanteur sont situées vers l'extrémité
25 opposée au point d'alimentation.

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION

Selon la présente invention, les expressions « compris entre ... et ... » et « entre et ... »
sont équivalentes et signifient que les valeurs limites de l'intervalle sont incluses dans la
30 gamme de valeurs décrite. Si tel n'est pas le cas et que les valeurs limites ne sont pas incluses dans la gamme décrite, une telle précision sera apportée par la présente invention.

Dans le sens de la présente invention, les différentes plages de paramètres pour une étape donnée telles que les plages de pression et les plages de température peuvent être utilisées

seules ou en combinaison. Par exemple, dans le sens de la présente invention, une plage de valeurs préférées de pression peut être combinée avec une plage de valeurs de température plus préférées.

Dans la suite, des modes de réalisation particuliers de l'invention sont décrits. Ils peuvent
5 être mis en œuvre séparément ou combinés entre eux, sans limitation de combinaisons lorsque c'est techniquement réalisable.

Selon la présente invention, les pressions sont des pressions absolues et sont données en MPa absolus (ou MPa abs.).

Les termes « amont » et « aval » sont à comprendre en fonction de l'écoulement général
10 du/des fluides ou flux en question dans le procédé.

Dans cette description, les termes « polymère », « polymère thermoplastique » et « thermoplastique » peuvent être utilisés indifféremment à la place les uns des autres.

Le terme « polyoléfines » désigne quant à lui tout type d'homopolymères et/ou copolymères, et leurs mélanges, ayant pour motif unitaire des oléfines. Plus particulièrement, les
15 polyoléfines peuvent être des homopolymères de polyéthylène, désignés sous le sigle PE, de toute gamme (par exemple de haute densité, appelé également HDPE, ou de faible densité, appelé LDPE), des homopolymères de polypropylène, désignés sous le sigle PP, leurs copolymères et/ou leurs mélanges.

Le terme « additifs » est un terme classiquement utilisé dans le domaine des polymères et
20 en particulier dans le domaine des formulations des polymères. Les additifs introduits dans les formulations polymères peuvent être, par exemple, des plastifiants, des charges ou « fillers » selon la terminologie anglo-saxonne consacrée (qui sont des composés solides organiques ou minéraux, permettant de modifier les propriétés physiques, thermiques, mécaniques et/ou électriques des matériaux polymères ou d'en abaisser le prix de revient),
25 des agents de renfort, des colorants, des plastifiants, des pigments, des durcisseurs, des agents ignifugeants, des agents retardateurs de combustion, des agents stabilisants, antioxydants, des absorbeurs UV, des agents antistatiques, etc.

Les additifs correspondent à au moins une partie des impuretés de la charge plastique à traiter et que le procédé de traitement selon l'invention permet d'éliminer au moins en partie.
30 D'autres types d'impuretés peuvent être des impuretés d'usage, comme par exemples des impuretés métalliques, des papiers/cartons, de la biomasse, des polymères autres que le(s) polymère(s) visé(s), etc.

Ainsi selon l'invention, les impuretés, que le procédé selon l'invention permet d'éliminer au moins en partie, comprennent les additifs classiquement utilisés dans les formulations

- polymères et généralement des impuretés d'usage issues du cycle de vie des matériaux et objets plastiques, et/ou issues du circuit de collecte et de tri des déchets. Ces dernières peuvent être des impuretés de type métalliques, organiques ou minérales ; il peut s'agir de résidus d'emballages, de résidus alimentaires ou de résidus compostables (biomasse). Ces
- 5 impuretés d'usage peuvent également comprendre du verre, du bois, du carton, du papier, de l'aluminium, du fer, des métaux, des pneus, du caoutchouc, des silicones, des polymères rigides, des polymères thermodurcissables, des thermoplastiques de nature différente de celle des thermoplastiques visés (en particulier de celle des polyoléfinés visés) des produits ménagers, chimiques ou cosmétiques, des huiles usagées, de l'eau.
- 10 Selon l'invention, une solution polymère est une solution comprenant le solvant de dissolution et au moins les polymères thermoplastiques visés, notamment les polyoléfinés visés, dissous (c'est-à-dire en particulier solvaté(e)s et dispersé(e)s) dans ledit solvant de dissolution, les polymères dissous étant initialement présents dans la charge. La solution polymère peut en outre comprendre des impuretés insolubles (et en suspension dans la
- 15 solution polymère) et éventuellement solubles (et solubilisées dans le solvant de dissolution). En fonction des étapes du procédé selon l'invention, ladite solution polymère peut donc comprendre des impuretés sous forme de particules insolubles qui sont avantageusement en suspension dans ladite solution polymère, éventuellement des impuretés solubles dissoutes dans le solvant de dissolution, et/ou éventuellement une autre phase liquide non miscible
- 20 avec ladite solution polymère.
- Il est bien connu que la température d'ébullition d'un composé varie avec la pression d'opération. Cependant, sans autre indication, c'est-à-dire sans indication de la pression, la température d'ébullition du composé considéré, en particulier du solvant de dissolution, s'entend comme étant la température d'ébullition dudit composé, en particulier dudit solvant
- 25 de dissolution, à la pression atmosphérique (en particulier égale à 0,1 MPa). Ainsi, la température d'ébullition qui caractérise le solvant de dissolution doit être comprise comme étant la température d'ébullition dudit solvant de dissolution à pression atmosphérique (en particulier égale à 0,1 MPa).
- La température critique et la pression critique d'un solvant, en particulier du solvant de
- 30 dissolution, sont propres audit solvant et dépendent de la nature du solvant considéré. Pour un corps pur, la température critique et la pression critique d'un corps pur sont respectivement la température et la pression du point critique dudit corps pur. Comme bien connu par l'homme du métier, au point critique et au-delà, le corps pur considéré est sous forme supercritique ou à l'état supercritique ; il peut alors être appelé fluide supercritique.

L'invention concerne ainsi un procédé de traitement d'une charge plastique, composée de préférence de déchets plastiques, et comprenant avantageusement des polymères thermoplastiques, plus particulièrement des polyoléfinés, ledit procédé comprenant, de préférence consistant en :

- 5 a) une étape de dissolution de la charge plastique dans un solvant de dissolution, de préférence comprenant au moins un composé hydrocarboné de préférence aliphatique et de manière préférée paraffinique, présentant avantageusement une température d'ébullition comprise entre -50 et 250°C, de préférence entre - 15 et 150°C, préférentiellement entre - 1 et 110°C et de manière préférée entre 20 et 100°C, de préférence selon un ratio pondéral
- 10 entre le solvant de dissolution et la charge plastique, compris entre 0,2 et 100,0, de préférence entre 0,3 et 20,0, de manière préférée entre 1,0 et 10,0, encore plus préférentiellement entre 3,0 et 7,0, pour obtenir au moins une solution polymère brute,
- l'étape a) étant opérée avantageusement à une température de dissolution comprise entre 100°C et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C, et à une pression de dissolution entre 1,0
- 15 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 1,0 et 25, 0 MPa absolu, préférentiellement entre 1,5 et 18,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu ;
- b) une étape de décantation de la solution polymère brute, pour obtenir une solution polymère décantée et une fraction de résidus,
- l'étape b) étant opérée à une température comprise entre 100°C et 300°C, de préférence
- 20 entre 150 et 250°C, et une pression entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 1,0 et 25, 0 MPa absolu, préférentiellement entre 1,5 et 18,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu,
- l'étape b) mettant en œuvre au moins un décanteur, de préférence entre un et dix décanteur(s), préférentiellement entre deux et cinq décanteurs, fonctionnant
- 25 avantageusement en série ou en parallèle, de préférence en parallèle,
- le (ou chaque) décanteur étant de manière particulière un décanteur vertical ou horizontal, avantageusement de forme cylindrique ou globalement cylindrique, de préférence présentant un ratio L/D entre la hauteur ou longueur totale L du décanteur et le diamètre ou largeur D du décanteur compris entre 0,5 et 12, de préférence entre 1,0 et 6,0,
- 30 ledit décanteur ou le premier décanteur des décanteurs en série ou encore chaque décanteur en parallèle étant alimenté en au moins une fraction, ou la totalité, de ladite solution polymère brute, avantageusement en un point d'alimentation situé sur le décanteur considéré,

un effluent enrichi en solution polymère étant récupéré en sortie du ou de chaque décanteur, l'effluent enrichi en solution polymère récupéré en sortie dudit décanteur ou du dernier décanteur des décanteurs en série ou encore l'ensemble des effluents enrichis en solution polymère récupérés en sortie de chaque décanteur en parallèle constituant ladite solution polymère décantée,

un flux de résidus étant récupéré, en particulier en continu ou discontinu, en sortie du ou de chaque décanteur, l'ensemble des flux de résidus récupérés constituant ladite fraction de résidus,

ledit (ou lesdits) décanteur(s) présentant :

10 - une vitesse superficielle liquide variant entre 1×10^{-7} et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, de préférence entre $1,0 \times 10^{-6}$ et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, préférentiellement entre $1,0 \times 10^{-5}$ et $6,000 \times 10^{-3}$ m/s, de manière préférée entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $5,000 \times 10^{-3}$ m/s, de manière très préférée entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $9,00 \times 10^{-4}$ m/s, en particulier entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $5,00 \times 10^{-4}$ m/s,

- de préférence une vitesse d'injection inférieure ou égale à 1,00 m/s, de préférence inférieure ou égale à 0,10 m/s, préférentiellement inférieure ou égale à 0,05 m/s, et de manière préférée supérieure ou égale à 0,001 m/s ;

chaque décanteur étant opéré très avantageusement pendant un temps de séjour entre 1 et 200 heures, de préférence entre 1 heure et 50 heures, et de préférence avec un taux de remplissage compris entre 70% et 100% du volume total du décanteur considéré ;

20 b') optionnellement une étape de purification de la solution polymère décantée, comprenant :

b'1) une sous-étape de séparation solide-liquide supplémentaire, permettant d'obtenir au moins une solution polymère clarifiée ; et/ou

b'2) un lavage de la solution polymère décantée ou éventuellement clarifiée, par contact avec une solution dense, permettant d'obtenir au moins un effluent de lavage et une solution polymère lavée ; et/ou

b'3) une extraction des impuretés par un solvant d'extraction, permettant d'obtenir au moins une solution polymère extraite et un solvant usagé ; et/ou

b'4) une d'adsorption des impuretés par contact avec un adsorbant solide, pour obtenir au moins une solution polymère raffinée ;

30 l'étape de purification permettant d'obtenir une solution polymère purifiée qui correspond avantageusement à une solution polymère clarifiée ou lavée ou extraite ou raffinée ; puis

c) une étape de séparation solvant-polymère, pour obtenir au moins un flux de polymères thermoplastiques purifiés, plus particulièrement au moins un flux de polyoléfines purifiées, voire au moins un flux de polypropylène purifié ou au moins un flux de polyéthylène purifié.

La charge

- 5 La charge du procédé selon l'invention, dite charge plastique, comprend des plastiques qui eux-mêmes comprennent plus particulièrement des polymères thermoplastiques, comme les polyoléfines. De préférence, la charge plastique comprend entre 50 et 100% poids, de manière préférée entre 70% et 100% poids de plastiques.

- 10 Les plastiques compris dans la charge du procédé selon l'invention sont généralement des rebus de production et/ou des déchets « post-consommation » d'objets plastiques, notamment des déchets plastiques ménagers, des déchets plastiques issus du bâtiment, des déchets plastiques automobiles ou de tout type de transports ou encore des déchets d'équipements électriques et électroniques. De préférence, les déchets plastiques sont issus des filières de collecte et de tri. Les plastiques ou matières plastiques comprennent des
15 polymères qui sont mélangés à des additifs afin d'apporter des propriétés spécifiques aux matériaux, en vue de constituer, après mise en forme, des objets diverses (par exemple des pièces moulées par injection, des tubes, des films, des fibres, des tissus, des mastics, des revêtements, etc.). Les additifs utilisés dans les plastiques peuvent être des composés organiques ou des composés inorganiques. Ce sont par exemple par exemple des charges
20 ou « fillers », colorants, pigments, plastifiants, modificateurs de propriétés, retardateur de combustion, etc.

- La charge du procédé selon l'invention comprend en particulier des polymères thermoplastiques, de préférence au moins 50% poids, préférentiellement au moins 70% poids, de manière préférée au moins 80% poids et de manière très préférée au moins 90%
25 poids de polymères thermoplastiques, 100% étant avantageusement la borne supérieure maximale. Les polymères thermoplastiques compris dans la charge plastique et visés par le procédé selon l'invention peuvent être des polymères d'alcènes, des polymères de diènes, des polymères vinyliques et/ou des polymères styréniques. De manière préférée, les polymères thermoplastiques compris dans la charge plastique et visés par le procédé selon
30 l'invention sont des polyoléfines, telles que du polyéthylène (PE), du polypropylène (PP) et/ou des copolymères de l'éthylène et du propylène ou encore leurs mélanges. De manière préférée, la charge plastique comprend au moins 80% poids, de préférence au moins 85% poids, de manière préférée au moins 90% poids, de polyoléfines par rapport au poids total de la charge plastique, 100% étant avantageusement la borne supérieure maximale. Le
35 procédé selon l'invention vise ainsi tout particulièrement à purifier et récupérer les

polyoléfines contenues dans la charge pour pouvoir les réutiliser dans différentes applications. Selon un mode de réalisation particulier, la charge plastique comprend un mélange de polypropylène (PP) et de polyéthylène (PE), en particulier au moins 80% poids, de préférence au moins 85% poids, de manière préférée au moins 90% poids, d'un mélange
5 de polypropylène (PP) et de polyéthylène (PE), par rapport au poids total de la charge plastique. Le polyéthylène peut être plus particulièrement du polyéthylène haute densité (HDPE). Dans ce mode de réalisation particulier, ledit mélange comprend par exemple entre 5 et 95% poids de PP et entre 5 et 95% poids de PE, en particulier de HDPE, ou entre 50 et 95% poids de PP et entre 5 et 50% poids de PE, en particulier de HDPE. Dans ce mode de
10 réalisation particulier, le procédé selon l'invention vise alors à purifier et récupérer spécifiquement le PP et/ou le PE.

La charge plastique peut comprendre des mélanges de polymères, en particulier des thermoplastiques autres que les polyoléfines visées, des additifs avantageusement utilisés pour formuler la matière plastique et généralement des impuretés d'usage issues du cycle de
15 vie des matériaux et objets plastiques, et/ou issues du circuit de collecte et de tri des déchets, l'ensemble de ces composés étant considérés comme des impuretés. La charge du procédé selon l'invention comprend généralement moins de 50% poids d'impuretés, de préférence moins de 20% poids d'impuretés, de manière préférée moins de 10% poids d'impuretés. La charge plastique peut comprendre par exemple au moins 1% poids
20 d'impuretés, voire au moins 5% poids d'impuretés.

La charge plastique peut avantageusement être prétraîtée en amont du procédé de manière à au moins éliminer tout ou partie des impuretés dites grossières, c'est-à-dire des impuretés sous forme de particules de taille supérieure ou égale 10 mm, de préférence supérieure ou
25 égale à 5 mm, voire supérieure ou égale à 1 mm, par exemple des impuretés de type bois, papier, biomasse, fer, aluminium, verre, etc., et de manière à la mettre en forme généralement sous forme de solides divisés de manière à faciliter le traitement dans le procédé. Ce prétraitement peut comprendre une étape de broyage, une étape de lavage à pression atmosphérique et/ou une étape de séchage. Ce prétraitement peut être réalisé sur
30 un site différent, par exemple dans un centre de collecte et de tri des déchets, ou sur le même site où est mis en œuvre le procédé de traitement selon l'invention. De manière préférée, ce prétraitement permet de réduire la teneur en impuretés à moins de 20% en poids, de préférence moins de 15% poids, de manière préférée moins de 10% poids, les pourcentages étant donnés relativement par rapport au poids de la charge plastique traitée par le procédé selon l'invention. A l'issue du prétraitement, la charge est généralement
35 stockée sous forme de solides divisés, par exemple sous forme de broyats, paillettes ou de

poudre, ou encore de granulés, de manière à faciliter la manipulation et le transport jusqu'au procédé.

Etape a) de dissolution

5 Selon l'invention, le procédé comprend une étape a) de dissolution dans laquelle la charge plastique est mise en contact avec un solvant de dissolution et les thermoplastiques qu'elle contient, et dont la séparation et purification sont avantageusement visées, en particulier les polyoléfinés qu'elle contient, sont dissous dans le solvant de dissolution, pour obtenir au moins une, de préférence une, solution polymère brute.

10 Par dissolution, il faut comprendre tout phénomène conduisant à l'obtention d'au moins d'une solution de polymères thermoplastiques, c'est-à-dire un liquide (ou fluide) comprenant les polymères thermoplastiques visés dissous dans le solvant de dissolution. L'homme du métier connaît bien le/les phénomène(s) mis en jeu dans la dissolution des polymères et qui comprend au moins un mélange, une solvation, une dispersion, une homogénéisation, un désenchevêtrement des chaînes polymères thermoplastiques.

15 Au cours et à l'issue de l'étape a) de dissolution, les conditions de pression et de température permettent de maintenir le solvant de dissolution, au moins en partie et de préférence en totalité, à l'état liquide ou éventuellement à l'état supercritique, tandis que la fraction soluble de la charge plastique, en particulier les polymères thermoplastiques visés et tout particulièrement les polyoléfinés visés, et par exemple au moins une partie des
20 impuretés, est avantageusement dissoute, au moins en partie et de préférence en totalité, dans le solvant de dissolution. En d'autres termes, les conditions de température et de pression dans l'étape a) permettent d'éviter ou au moins de limiter que le solvant de dissolution soit sous forme gazeuse.

Le solvant de dissolution est un solvant organique ou un mélange de solvants organiques.
25 Avantageusement, le solvant de dissolution comprend, de préférence consiste en, au moins un composé hydrocarboné de préférence aliphatique et en particulier paraffinique (c'est-à-dire saturé), de préférence linéaire ou ramifié. De préférence, le solvant de dissolution comprend au moins 80% poids, préférentiellement au moins 95% poids, de manière préférée au moins 98% poids d'au moins un composé hydrocarboné, de préférence aliphatique et en
30 particulier paraffinique, de préférence linéaire ou ramifié, les pourcentages étant exprimés par rapport au poids total du solvant de dissolution (100% étant le maximum). De manière préférée, le solvant de dissolution comprend au moins un composé hydrocarboné de préférence aliphatique et en particulier paraffinique, présentant une température d'ébullition (à pression atmosphérique, en particulier à 0,1 MPa) comprise entre - 50 et 250°C, de
35 préférence entre - 15 et 150°C, préférentiellement entre - 1 et 110°C et de manière préférée

entre 20 et 100°C. De manière préférée, le solvant de dissolution comprend, de préférence consiste en, au moins un composé hydrocarboné, de préférence aliphatique et en particulier paraffinique, de préférence linéaire ou ramifié, ayant entre 3 et 12 atomes de carbone, préférentiellement entre 4 et 8 atomes de carbone, et de manière très préférée ayant 6, 7 ou 8 atomes de carbone. Par exemple, le solvant de dissolution comprend un composé choisi parmi les isomères du butane, du pentane, de l'hexane, de l'heptane et de l'octane. Le solvant de dissolution peut comprendre, de préférence consister en, un mélange d'isomères du butane, du pentane, de l'hexane, de l'heptane et/ou de l'octane, et de manière préférée à une teneur en ledit mélange d'isomères dans le solvant de dissolution supérieure ou égale à 80% poids, préférentiellement supérieure ou égale à 95% poids, de manière préférée supérieure ou égale à 98% poids, par rapport au poids total du solvant de dissolution. Selon un mode de réalisation très préféré, le solvant de dissolution comprend, de préférence consiste en, un isomère ou un mélange d'isomères de l'hexane, de l'heptane et/ou de l'octane. Très avantageusement, un composé hydrocarboné préféré pour le solvant de dissolution comprend un composé aliphatique paraffinique, présentant une température critique (température au point critique dudit composé hydrocarboné pur) comprise de préférence entre 95 et 350°C, préférentiellement entre 130 et 300°C, de manière préférée entre 180 et 285°C.

De préférence, l'étape a) de dissolution est alimentée par la charge plastique et un solvant de dissolution, selon un ratio pondéral entre le solvant de dissolution et la charge plastique, compris entre 0,2 et 100,0, de préférence entre 0,3 et 20,0, de manière préférée entre 1,0 et 10,0, encore plus préférentiellement entre 3,0 et 7,0.

Avantageusement, le solvant de dissolution qui alimente l'étape a) de dissolution est sous forme liquide ou éventuellement supercritique. Il peut avantageusement être préchauffé, de préférence à une température entre 100 et 300°C, préférentiellement entre 150 et 250°C, préalablement à son introduction dans l'étape a), en particulier préalablement à son introduction dans la section de mise en contact et éventuellement dans la section de dissolution, afin de faciliter la mise en température de la charge plastique et/ou éviter une chute de température du flux de matière dans les sections de mise en contact et éventuellement de dissolution de l'étape a).

Avantageusement, le solvant de dissolution comprend, de préférence est constitué de, du solvant frais (ou un appoint de solvant frais) et/ou un flux de solvant recyclé issu d'une étape ultérieure du procédé, de préférence au moins en partie issu de l'étape c) de séparation solvant-polymère.

- Très avantageusement, l'étape de dissolution est opérée à une température, appelée température de dissolution, comprise entre 100°C et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C, et de préférence une pression, appelée pression de dissolution, entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 1,0 et 25,0 MPa absolu, préférentiellement entre 1,5 et 18,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu. La température et la pression peuvent évoluer au cours de l'étape de dissolution, depuis les conditions atmosphériques ou les conditions d'introduction de la charge plastique et/ou du solvant de dissolution dans le procédé, jusqu'à atteindre les conditions de dissolution, c'est-à-dire la température de dissolution, en particulier entre 100 et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C, et avantageusement la pression de dissolution, en particulier entre 1,0 et 100,0 MPa, de préférence entre 1,0 et 25,0 MPa absolu, préférentiellement entre 1,5 et 18,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu. Très avantageusement, à l'issue de l'étape de dissolution, la solution polymère brute est à la température de dissolution et à la pression de dissolution.
- Le fait de limiter la température dans l'étape a) de dissolution, à une température inférieure ou égale à 300°C, de préférence inférieure ou égale à 250°C, permet d'éviter ou de limiter la dégradation thermique des thermoplastiques visés, en particulier des polyoléfinés visés, mais aussi de limiter le besoin énergétique du procédé, participant ainsi à la limitation des coûts de fonctionnement du procédé. Avantageusement, la température de dissolution est supérieure ou égale à la température de fusion des thermoplastiques visés, en particulier des polyoléfinés visés, de manière à favoriser leur dissolution et très avantageusement réduire le temps de séjour nécessaire pour dissoudre efficacement lesdits thermoplastiques dans le solvant de dissolution. De manière très préférée, la température dans l'étape a) de dissolution est inférieure ou égale à la température critique du solvant de dissolution, de manière éviter la formation d'une phase supercritique lors de l'étape a) de dissolution susceptible de perturber la dissolution.
- Parallèlement, la pression de dissolution dans l'étape de dissolution est supérieure à la tension de vapeur saturante du solvant de dissolution, à la température de dissolution, de manière à ce que le solvant de dissolution soit au moins en partie, et de préférence en totalité, sous forme liquide ou éventuellement supercritique, à la température de dissolution, et ainsi éviter que le solvant de dissolution se retrouve en partie sous forme gazeuse. Ainsi, la dissolution des thermoplastiques visés, en particulier des polyoléfinés visés, est optimisée, en particulier en termes notamment de qualité et de temps d'opération.
- Avantageusement, ladite étape a) de dissolution est mise en œuvre pendant un temps de séjour de préférence compris entre 1 et 600 minutes, de préférence entre 2 et 300 minutes, de manière préférée entre 2 et 180 minutes. Le temps de séjour est entendu comme le

temps de séjour à la température de dissolution et à la pression de dissolution, c'est-à-dire le temps de mise en œuvre de la charge plastique avec le solvant de dissolution à la température de dissolution et à la pression de dissolution, dans l'étape a).

De manière à permettre la mise en contact entre le solvant de dissolution et la charge
5 plastique et surtout une dissolution efficace et homogène des thermoplastiques visés dans le solvant de dissolution, l'étape a) de dissolution peut avantageusement mettre en œuvre différents types d'équipements tels que des dispositifs de mélange, de transport, de chauffage, et comme par exemple un réacteur, une pompe, un circuit de transport, un système d'agitation, un four, un échangeur, un mélangeur, etc. En particulier, l'étape a) met
10 en œuvre avantageusement au moins un équipement de dissolution, et éventuellement au moins un dispositif de préparation de la charge, un dispositif de mélange et/ou un dispositif de transport. Ces équipements et/ou dispositifs peuvent être par exemple un(des) mélangeur(s) statique(s) ou dynamique(s), une extrudeuse, une pompe, un réacteur, une colonne à co- ou contre-courant, ou dans une combinaison de lignes et d'équipements. Les
15 dispositifs de transport en particulier des fluides, comme les gaz, liquides ou solides, sont bien connus de l'homme du métier. De manière non limitative, les dispositifs de transport peuvent comprendre au moins un des dispositifs suivants : un compresseur, une pompe, une extrudeuse, un tube vibrant, une vis sans fin, une vanne. Les équipements et/ou dispositifs mis en œuvre dans l'étape a) peuvent aussi comprendre ou être associés à des systèmes de
20 chauffe (par exemple four, échangeur, traçage...) pour atteindre les conditions nécessaires à la dissolution.

L'étape a) de dissolution est au moins alimentée par la charge plastique, en particulier sous forme d'un ou plusieurs flux de charge plastique, et par le solvant de dissolution, en particulier sous forme d'un ou plusieurs flux de solvant de dissolution, avantageusement au
25 moyen d'un ou plusieurs dispositifs de transport. Le(les) flux de charge plastique peut(peuvent) être distinct(s) du(des) flux de solvant de dissolution. Une partie ou la totalité de la charge plastique peut également alimenter l'étape a) en mélange avec une partie ou la totalité du solvant de dissolution, le reste du solvant et/ou de la charge, le cas échéant, pouvant alimenter l'étape a) séparément.

30 Lors de la mise en contact de la charge plastique avec le solvant de dissolution, le solvant de dissolution est avantageusement au moins en partie, et de préférence en totalité, sous forme liquide ou éventuellement supercritique, tandis que la charge plastique, qui comprend les thermoplastiques visés, peut être sous forme solide ou liquide et comprendre éventuellement des particules solides en suspension. La charge plastique peut également éventuellement
35 être injectée dans l'équipement de dissolution, en mélange avec le solvant de dissolution,

sous forme de suspension dans le solvant de dissolution, la préparation et l'injection de la suspension pouvant être continue ou discontinue.

De manière préférée, l'étape a) de dissolution met en œuvre au moins un moyen pour fondre au moins en partie la charge plastique, de préférence une extrudeuse, éventuellement au moins un moyen pour mélanger au moins une partie du solvant de dissolution et la charge 5 plastique avantageusement au moins en partie fondue, comme un ou une série de deux à dix mélangeur(s) (de préférence un à dix mélangeur(s) statique(s)), et un équipement de dissolution, par exemple au moins un réacteur agité en continu, appelé encore « Continuous Stirred Tank Reactor » (CSTR) selon la terminologie anglo-saxonne, équipé par au moins un 10 système d'agitation mécanique. Dans ce cas, la charge plastique alimente le moyen pour fondre, en particulier l'extrudeuse, de sorte que, en sortie dudit moyen, au moins une partie et de préférence la totalité des thermoplastiques visés, compris dans la charge plastique, se trouvent à l'état fondu. La charge plastique peut alors être ensuite injectée dans l'équipement de dissolution ou éventuellement dans un système comprenant un mélangeur ou une série 15 de mélangeur(s) avantageusement suivi(s) d'un équipement de dissolution. La charge plastique, au moins en partie à l'état fondu, peut également être pompée à l'aide d'une pompe dédiée aux fluides visqueux souvent appelée pompe de melt ou pompe à engrenage. La charge plastique, au moins en partie à l'état fondu peut également être, en sortie dudit moyen pour fondre, filtrée à l'aide d'un dispositif de filtration, éventuellement en complément 20 de la pompe de melt, en vue d'éliminer les particules les plus grosses, généralement la taille de la maille de ce filtre est comprise entre 10 μm (micromètre) et 1 mm (millimètre), de préférence entre 20 et 200 μm . Parallèlement, le solvant de dissolution alimente directement l'équipement de dissolution ou éventuellement le ou la série de mélangeur(s).

De manière préférée, l'étape a) met en œuvre, préalablement à au moins un réacteur de 25 type CSTR, une extrudeuse et au moins un mélangeur statique dans lesquels au moins une fraction du solvant de dissolution est injectée, de manière à favoriser le cisaillement et le mélange intime entre le solvant de dissolution et la charge plastique, ce qui contribue à la dissolution des thermoplastiques visés.

Très avantageusement, la solution polymère brute obtenue à l'issue de l'étape a) de 30 dissolution comprend au moins le solvant de dissolution et les thermoplastiques visés, en particulier les polyoléfinés visés, dissous dans le solvant de dissolution. En général, la solution polymère brute comprend également des impuretés solubles également dissoutes dans le solvant de dissolution et/ou des impuretés insolubles en suspension. La solution polymère brute obtenue à l'issue de l'étape a) de dissolution peut éventuellement 35 comprendre également des polymères, par exemple à l'état fondu, dissous ou non.

Etape b) de décantation de la solution polymère

Le procédé selon l'invention comprend une étape b) de décantation de la solution polymère brute obtenue à l'issue de l'étape a) de dissolution, pour générer, au moins, une solution polymère dite décantée et une fraction de résidus.

- 5 En effet, l'étape b) de décantation permet, en jouant sur les différences de densités des composés présents dans la solution polymère brute, de séparer au moins une partie des impuretés insolubles qui peuvent être présentes dans la solution polymère brute, sous forme de particules solides, en particulier en suspension, ou sous forme de phase liquide, par exemple comprenant un polymère fondu, et éventuellement au moins une partie des
- 10 impuretés solubles, dissoutes dans le solvant de dissolution. L'étape b) de décantation permet ainsi de récupérer une solution polymère décantée qui est débarrassée, au moins en partie, des impuretés présentes dans la solution polymère brute qui alimente ladite étape b). L'étape b) de décantation génère ainsi également une fraction de résidus qui comprend au moins une partie, de préférence la totalité, des impuretés insolubles de la solution polymère
- 15 brute issue de l'étape a) et éventuellement des impuretés solubles, et possiblement du solvant de dissolution qui peut, en partie, être entraîné avec les impuretés. Les impuretés insolubles éliminées lors de l'étape b) de décantation sont par exemple des pigments, des composés minéraux, des résidus d'emballages (verre, bois, carton, papier, aluminium) et des polymères autres que les thermoplastiques visés, en particulier autres que les polyoléfin
- 20 visées.

- Selon un mode de réalisation de l'invention, la solution polymère décantée comprend une partie des polyoléfin
- 25 et/ou une autre partie des polyoléfin
- 30 un deuxième procédé selon l'invention, de manière à purifier lesdits thermoplastiques, en particulier ladite autre partie des polyoléfin

Un autre avantage de l'étape b) de décantation du procédé selon l'invention réside dans le fait qu'elle permet une purification efficace de la solution polymère, en mode continu. Cet

aspect est intéressant puisque le rendement en thermoplastiques visés purifiés, en particulier en polyoléfines visées purifiées, est alors optimal.

Avantageusement, l'étape b) de décantation permet aussi, outre l'élimination en continu d'au moins une partie des impuretés, de limiter les problèmes opératoires, en particulier de type
5 bouchage et/ou érosion, des étapes du procédé situées en aval, tout en contribuant efficacement à la purification de la charge plastique.

Avantageusement, l'étape b) est opérée à une température comprise entre 100°C et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C, et une pression entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 1,0 et 25, 0 MPa absolu, préférentiellement entre 1,5 et 18,0 MPa absolu et
10 de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu. De manière préférée, l'étape b) est opérée dans les conditions de température et de pression de l'étape a) de dissolution.

L'étape b) met en œuvre au moins un équipement de décantation, nommé aussi décanteur. De préférence, l'étape b) met en œuvre entre un et dix décanteur(s), préférentiellement entre deux et cinq décanteurs. Lorsque l'étape b) met en œuvre plusieurs décanteurs, c'est-à-dire
15 entre deux et dix, de préférence entre deux et cinq décanteurs, lesdits décanteurs peuvent fonctionner en série et/ou en parallèle, de préférence en parallèle.

Ledit ou lesdits décanteur(s) est(sont) de manière préférée de forme cylindrique ou globalement cylindrique, fermée à chaque extrémité, en particulier par des extrémités hémisphériques ou coniques, et comprenant avantageusement des orifices par exemple
20 pour l'alimentation en solution polymère brute et pour la sortie des différents flux séparés. Le terme « globalement cylindrique » signifie que la forme du décanteur est un cylindre fermé aux extrémités, en particulier par des extrémités hémisphériques ou par une première extrémité hémisphérique et une deuxième extrémité de forme conique. De manière très particulière, le(ou les) décanteur(s) mis en œuvre dans l'étape b) peu(ven)t être de forme
25 multi-cylindrique. L'expression « multi-cylindrique » signifie que le décanteur considéré peut présenter plusieurs sections cylindriques de diamètres différents. Par exemple, une première zone cylindrique de diamètre D1 et une deuxième zone cylindrique de diamètre D2, avec D1 supérieur à D2.

Le ou chaque décanteur mis en œuvre en étape b) peut être un décanteur vertical ou
30 horizontal. En d'autres termes, le ou chaque décanteur qui est de manière préférée de forme globalement cylindrique est opéré se sorte que le cylindre est positionné respectivement verticalement ou horizontalement.

De préférence, ledit (ou lesdits) décanteur(s) mis en œuvre dans l'étape b), qui de manière préférée est(sont) de forme cylindrique ou globalement cylindrique, présente un ratio L/D
35 entre la longueur totale L du décanteur considéré (i.e. la longueur totale du cylindre fermé,

les extrémités étant comprises) et le diamètre (ou la largeur) D du décanteur considéré étant compris entre 0,5 et 12, de préférence entre 1,0 et 6,0.

De manière très particulière, le(ou les) décanteur(s) mis en œuvre dans l'étape b) peu(ven)t être un(ou des) décanteur(s) vertical (ou verticaux) de forme multi-cylindrique. L'expression

5 « multi-cylindrique » signifie que le décanteur considéré peut présenter plusieurs sections cylindriques de différents diamètres. Par exemple, une première zone cylindrique de diamètre D1 et une deuxième zone cylindrique de diamètre D2, avec D1 supérieur à D2, la deuxième zone cylindrique de diamètre D2 étant de préférence située au-dessus (c'est-à-dire du côté de la tête du décanteur) de la première zone cylindrique de diamètre D1. Dans

10 ce mode de réalisation très particulier, le diamètre D à considérer est le diamètre de la section cylindrique la plus large dudit décanteur considéré, c'est-à-dire le diamètre D1 du décanteur de l'exemple cité ci-dessus.

L'étape b) est alimentée en au moins une fraction, ou la totalité, de la solution polymère brute issue de l'étape a). Dans le mode de réalisation dans lequel l'étape b) met en œuvre

15 un unique décanteur ou plusieurs décanteurs en série, la totalité de solution polymère brute obtenue à l'issue de l'étape a) alimente ledit décanteur ou le premier décanteur de la série. Dans le mode de réalisation dans lequel l'étape b) met en œuvre plusieurs décanteurs en parallèle, la solution polymère brute obtenue à l'issue de l'étape a) alimente chaque

20 décanteur fonctionnant en parallèle. Dans ce dernier mode de réalisation, la solution polymère brute est avantageusement divisée en plusieurs flux partiels de solution polymère brute, en particulier en autant de flux partiels que de décanteurs en parallèle.

Le (ou chaque) décanteur mis en œuvre dans l'étape b) est alimenté en solution polymère, en particulier en solution polymère brute ou en un effluent enrichi en solution polymère, en un point d'alimentation situé sur le décanteur considéré.

25 Lorsque le décanteur considéré est un décanteur vertical, ledit point d'alimentation en solution polymère est avantageusement situé entre le quart supérieur de la hauteur dudit décanteur et les trois quarts supérieurs de la hauteur dudit décanteur, de préférence entre le tiers supérieur de la hauteur dudit décanteur et les deux tiers supérieurs de la hauteur dudit

30 décanteur. Ledit point d'alimentation en solution polymère définit alors deux zones dans le décanteur vertical considéré, une zone supérieure située entre le point d'alimentation en solution polymère et la tête du décanteur vertical, et une zone inférieure située entre le point d'alimentation en solution polymère et le fond du décanteur vertical.

Lorsque le décanteur considéré est un décanteur horizontal, ledit point d'alimentation en solution polymère est de préférence situé d'un côté du décanteur horizontal, c'est-à-dire à

35 l'une des extrémités du décanteur horizontal ou proche d'une des extrémités du décanteur

horizontal, de préférence dans une zone comprise entre une des deux extrémités du décanteur horizontal et un tiers de la longueur dudit décanteur à partir de ladite extrémité, de préférence comprise entre une des deux extrémités du décanteur horizontal et un quart de la longueur dudit décanteur à partir de ladite extrémité.

- 5 Le (ou chaque) décanteur comprend une sortie d'un effluent enrichi en solution polymère, c'est-à-dire un effluent comprenant la solution polymère débarrassée d'au moins une partie des impuretés. Ainsi un effluent enrichi en solution polymère est récupéré en sortie du ou de chaque décanteur mis en œuvre à l'étape b). L'effluent enrichi en solution polymère peut être récupéré par soutirage ou débordement. Lorsque l'étape b) met en œuvre un seul décanteur,
- 10 l'effluent enrichi en solution polymère récupéré en sortie dudit décanteur constitue donc la solution polymère décantée. Lorsque l'étape b) met en œuvre plusieurs décanteurs en parallèle, l'ensemble des effluents enrichis en solution polymère et récupérés en sortie de chaque décanteur constitue la solution polymère décantée. Enfin lorsque l'étape b) met en œuvre plusieurs décanteurs en série les uns des autres, l'effluent enrichi en solution
- 15 polymère récupéré en sortie du décanteur amont avantageusement alimente directement le décanteur aval en solution polymère et l'effluent enrichi en solution polymère récupéré en sortie du dernier décanteur de la série constitue la solution polymère décantée.

- Lorsque le décanteur considéré est un décanteur vertical, la sortie de l'effluent enrichi en solution polymère est avantageusement située dans la zone supérieure du décanteur vertical
- 20 considéré, c'est-à-dire dans une zone entre le point d'alimentation en solution polymère et la tête du décanteur.

- Lorsque le décanteur considéré est un décanteur horizontal, la sortie de l'effluent enrichi en solution polymère est avantageusement située du côté du décanteur opposé au point d'alimentation en solution polymère, c'est-à-dire à l'extrémité ou proche de l'extrémité du
- 25 décanteur qui est opposée à l'extrémité vers laquelle se situe le point d'alimentation en solution polymère, de préférence ladite sortie de l'effluent enrichi en solution polymère étant située dans une zone comprise entre l'extrémité du décanteur opposée à l'extrémité vers laquelle se situe le point d'alimentation en solution polymère et un tiers de la longueur du
- 30 décanteur à partir de ladite extrémité opposée, de préférence comprise entre l'extrémité du décanteur opposée à l'extrémité vers laquelle se situe le point d'alimentation en solution polymère et un quart de la longueur du décanteur à partir de ladite extrémité opposée.

- Le (ou chaque) décanteur comprend également une sortie d'un flux de résidus. Ainsi, un flux de résidus est récupéré en sortie du ou de chaque décanteur mis en œuvre dans l'étape b). Lorsque l'étape b) met en œuvre un seul décanteur, le flux de résidus récupéré en sortie
- 35 dudit décanteur constitue donc ladite fraction de résidus obtenue à l'issue de l'étape b).

Lorsque l'étape b) met en œuvre plusieurs décanteurs en parallèle ou en série, l'ensemble des flux de résidus récupérés en sortie de chaque décanteur constitue ladite fraction de résidus obtenue à l'issue de l'étape b).

Le flux de résidus dans le décanteur considéré peut être récupéré, ou purgé, de manière continue ou discontinue. Lorsque le flux de résidus est purgé de manière discontinue, la
5 fréquence de purge peut varier entre 0,01 et 20,0 mHz, de préférence 0,1 et 10,0 mHz, préférentiellement entre 0,5 et 1,0 mHz.

Lorsque le décanteur considéré est un décanteur vertical, la sortie du flux de résidus est avantageusement située dans la zone inférieure du décanteur (c'est-à-dire dans la zone
10 comprise entre le point d'alimentation en solution polymère et le fond du décanteur), de manière préférée dans le fond du décanteur considéré, par exemple dans le fond de l'extrémité conique du décanteur vertical.

Lorsque le décanteur considéré est un décanteur horizontal, la sortie du flux de résidus est située dans le fond du décanteur considéré et avantageusement du côté du décanteur
15 opposé au point d'alimentation en solution polymère, c'est-à-dire proche de l'extrémité du décanteur qui est opposée à l'extrémité vers laquelle se situe le point d'alimentation en solution polymère, de préférence dans une zone comprise entre l'extrémité du décanteur opposée à l'extrémité vers laquelle se situe le point d'alimentation en solution polymère et un tiers de la longueur du décanteur à partir de ladite extrémité opposée, préférentiellement
20 comprise entre l'extrémité du décanteur opposée à l'extrémité vers laquelle se situe le point d'alimentation en solution polymère et un quart de la longueur du décanteur à partir de ladite extrémité opposée.

Ledit au moins un décanteur mis en œuvre dans l'étape b) est de préférence opéré avec un taux de remplissage compris entre 70% et 100% du volume total du décanteur considéré. Le
25 terme « taux de remplissage » correspond au ratio entre le volume de matière total (solution polymère et résidus) présent dans le décanteur et le volume total du décanteur (i.e. volume géométrique du décanteur).

Dans ledit au moins un décanteur mis en œuvre dans l'étape b), il existe une vitesse superficielle liquide (appelée encore vitesse en fût vide en particulier ascendante) qui varie
30 entre 1×10^{-7} et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, de préférence entre $1,0 \times 10^{-6}$ et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, préférentiellement entre $1,0 \times 10^{-5}$ et $6,000 \times 10^{-3}$ m/s, de manière préférée entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $5,000 \times 10^{-3}$ m/s, de manière très préférée entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $9,00 \times 10^{-4}$ m/s, en particulier entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $5,00 \times 10^{-4}$ m/s. Cette vitesse superficielle liquide, dénommée VSL (ou encore Q/S), est bien connue de l'homme du métier et correspond au débit Q de liquide débarrassé
35 d'au moins une partie des impuretés divisé par l'aire S de la section du décanteur (en

particulier de la section la plus large dans le cas d'un décanteur multi-cylindrique). Dans le cas d'un décanteur vertical, la vitesse superficielle liquide est ajustée de sorte à être inférieure ou égale à une valeur égale à 0,85 fois la vitesse de sédimentation, de préférence 0,80 fois la vitesse de sédimentation. Dans le cas d'un décanteur horizontal, la vitesse superficielle liquide est fonction de la vitesse de sédimentation mais aussi de la longueur L du décanteur horizontal. La vitesse de sédimentation correspond avantageusement à la vitesse, ou vitesse moyenne, à laquelle les particules d'impuretés sédimentent dans la solution polymère. La vitesse de sédimentation est donc plus particulièrement fonction de la force gravitationnelle, de la densité, du diamètre et concentration des particules d'impuretés considérées et de la viscosité du milieu, c'est-à-dire de la solution polymère.

Très avantageusement, ledit (ou lesdits) décanteur(s) présente(nt) une vitesse d'injection de la solution polymère, en particulier de la solution polymère brute ou de l'effluent enrichi en solution polymère, inférieure ou égale à 1,00 m/s, de préférence inférieure ou égale à 0,10 m/s, préférentiellement inférieure ou égale à 0,05 m/s, et de manière préférée supérieure ou égale à 0,0001, voire supérieure ou égale à 0,001 m/s

Ainsi, dans chaque décanteur, le temps de séjour peut être ajusté entre 1 et 200 heures, de préférence entre 1 heure et 50 heures. Le temps de séjour correspond ici au temps de résidence dans le décanteur, à savoir, le rapport entre le volume utile du décanteur (c'est-à-dire le volume de matière dans le décanteur qui est fonction du taux de remplissage du décanteur considéré) et le débit volumique de solution polymère (solution polymère brute ou effluent enrichi en solution polymère) alimentant le décanteur considéré.

La fraction de résidus peut être récupérée et traitée de manière à récupérer le solvant qu'elle peut éventuellement contenir.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la fraction de résidus peut comprendre des impuretés polymères, en particulier des thermoplastiques autres que les polyoléfines visées, voire des polyoléfines, par exemple le polyéthylène (PE) et en particulier le polyéthylène haute densité (HDPE), qui étaient contenues dans la charge plastique mais qui ne sont pas les polyoléfines spécifiques visées. La fraction de résidus peut alors avantageusement être récupérée et traitée dans un autre procédé, par exemple dans un deuxième procédé selon l'invention, de manière à purifier lesdits thermoplastiques, en particulier lesdites polyoléfines de la fraction de résidus.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé selon l'invention a pour objet de récupérer et purifier le polypropylène (PP) de la charge plastique, ladite charge plastique pouvant comprendre d'autres thermoplastiques, voire d'autres polyoléfines, par exemple du PE et en particulier du HDPE. L'étape a) est ajustée pour permettre de dissoudre

sélectivement ledit polypropylène de la charge plastique. Il est entendu par dissolution sélective que la majorité du PP, et éventuellement une fraction minoritaire de PE, en particulier de HDPE, contenue(s) dans la charge plastique initiale, est(sont) dissoutes dans le solvant de dissolution, tandis que la majorité du PE, en particulier du HDPE, et

5 éventuellement une fraction minoritaire de PP, contenue(s) dans la charge plastique initiale, est(sont) non dissoutes. Selon ce mode de réalisation particulier, la température de dissolution est de préférence entre 170 et 230°C, préférentiellement entre 180 et 220°C, et la pression de dissolution de préférence entre 1,5 et 10,0 MPa absolu, préférentiellement entre 2,0 et 8,0 MPa absolu. L'étape b) permet ensuite de séparer au moins en partie, de

10 préférence en totalité, les thermoplastiques autres que le PP visé, par exemple permet de séparer le PE ou HDPE. La fraction de résidus récupérée en fond de décanteur comprend alors avantageusement les thermoplastiques, autres que le PP visé, par exemple comprend du PE et en particulier du HDPE. Ladite fraction de résidus est alors très avantageusement récupérée et traitée dans un procédé, par exemple un autre procédé de recyclage selon

15 l'invention, pour séparer et récupérer lesdits thermoplastiques, par exemple ledit PE ou HDPE, sous forme purifiée.

La solution polymère décantée récupérée à l'issue de l'étape b) peut subir éventuellement une étape de purification ou être envoyée directement à l'étape c) de séparation solvant-polymère. De préférence, la solution polymère décantée récupérée à l'issue de l'étape b) est

20 envoyée dans une étape b') de purification, qui comprend très préférentiellement une séparation solide-liquide supplémentaire et/ou une adsorption des impuretés notamment solubles.

Etape b') optionnelle de purification de la solution polymère

Le procédé de traitement selon l'invention peut également comprendre une étape de

25 purification supplémentaire de la solution polymère décantée. Cette étape b') optionnelle de purification comprend au moins l'une des sous-étapes b'1), b'2), b'3) et b'4) décrites ci-après :

- b'1) une sous-étape de séparation solide-liquide supplémentaire,
- b'2) une sous-étape de lavage, par contact avec une solution dense,
- 30 b'3) une sous-étape d'extraction, par contact avec un solvant d'extraction,
- b'4) une sous-étape d'adsorption des impuretés par contact avec un solide adsorbant.

L'intégration au procédé selon l'invention d'une telle étape b') et en particulier d'une ou de plusieurs des sous-étapes b'1), b'2), b'3), b'4) permet très avantageusement une purification maximale de la solution polymère et participe ainsi à l'atteinte de l'objectif de pureté du flux

de thermoplastiques purifiés récupéré en sortie de procédé, c'est-à-dire à l'obtention d'une teneur en impuretés du flux de thermoplastiques purifiés inférieure ou égale à 5% poids, de préférence inférieure ou égale à 1,0% poids, préférentiellement inférieure ou égale à 0,5% poids. Cette étape optionnelle b') permet ainsi d'obtenir une solution polymère dite purifiée, qui correspond une solution polymère clarifiée issue d'une sous-étape b'1) de séparation solide-liquide supplémentaire, une solution polymère lavée issue d'une sous-étape b'2) de lavage, une solution polymère extraite issue d'une sous-étape b'3) d'extraction ou une solution polymère raffinée issue d'une sous-étape b'4) d'adsorption des impuretés.

De préférence, lorsqu'elle est intégrée au procédé selon l'invention, l'étape b') de purification comprend une sous-étape b'1) de séparation solide-liquide supplémentaire et/ou une sous-étape b'4) d'adsorption des impuretés. Selon un mode de réalisation très particulier, le procédé selon l'invention comprend une sous-étape b'1) de séparation solide-liquide supplémentaire et/ou une sous-étape b'4) d'adsorption des impuretés, et plus particulièrement une sous-étape b'1) de séparation solide-liquide supplémentaire suivie d'une sous-étape b'4) d'adsorption des impuretés.

Sous-étape b'1) optionnelle de séparation solide-liquide supplémentaire

Le procédé de purification peut comprendre une sous-étape b'1) de séparation solide-liquide supplémentaire, pour obtenir avantageusement au moins une solution polymère clarifiée. La sous-étape b'1) permet d'éliminer des impuretés typiquement insolubles dans le solvant de dissolution, qui n'auraient pas été séparées à l'étape b) de décantation. En effet, des impuretés insolubles, sous forme de particules en suspension dans la solution polymère brute, peuvent présenter des densités inférieures ou trop proches de la solution polymère et ne peuvent donc pas être séparées, au moins pas être séparées efficacement, lors de l'étape b) de décantation ; elles peuvent ainsi rester en suspension dans la solution polymère décantée à l'issue de l'étape b). La sous-étape b'1) peut alors permettre, lorsqu'elle est intégrée au procédé selon l'invention, d'augmenter l'efficacité de la purification de la solution polymère et en particulier l'efficacité de la séparation des impuretés insolubles.

La sous-étape b'1) optionnelle peut générer, outre la solution polymère clarifiée, une fraction insoluble. La fraction insoluble lorsqu'elle est générée comprend avantageusement des impuretés, typiquement insolubles et non séparées à l'étape b) de décantation.

La sous-étape b'1) optionnelle est avantageusement mise en œuvre à une température entre 100 et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C, et de préférence à une pression entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 1,0 et 25,0 MPa absolu, préférentiellement entre 1,5 et 18,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu. Très avantageusement, la sous-étape b'1) de séparation des insolubles est mise en œuvre aux

conditions de température et de pression en sortie de l'étape a) de dissolution, c'est-à-dire à la température de dissolution et la pression de dissolution telles que définies plus haut.

Lorsqu'elle est intégrée au procédé, la sous-étape b'1) est de préférence alimentée par la solution polymère décantée issue de l'étape b) de décantation. Selon un autre mode de réalisation, la sous-étape b'1) peut être alimentée par une solution polymère lavée issue

5 d'une sous-étape b'2) de lavage.

Avantageusement, la sous-étape b'1) optionnelle met en œuvre une section comprenant au moins un équipement de séparation solide-liquide, par exemple choisi parmi un filtre, un filtre à sable, un filtre tangentiel mettant notamment en œuvre une membrane et/ou un filtre en

10 profondeur éventuellement en présence d'adjuvants de filtration (par exemple des terres de diatomées), un séparateur à courant de Foucault, un séparateur électrostatique, un séparateur triboélectrique, de préférence un filtre, un filtre à sable et/ou un séparateur électrostatique. Avantageusement, un filtre autonettoyant peut être utilisé, le nettoyage ou décolmatage permettant l'élimination des insolubles étant réalisé à l'aide d'un flux de solvant.

Selon un mode de réalisation particulier, la sous-étape b'1) optionnelle met en œuvre au moins deux, et généralement moins de cinq, équipements de séparation solide-liquide en série et/ou en parallèle. La présence d'au moins deux équipements de séparation solide-liquide en série permet d'améliorer l'élimination des insolubles tandis que la présence d'équipements en parallèle permet de gérer la maintenance desdits équipements et/ou des

20 opérations de décolmatage.

Certaines impuretés insolubles, notamment certains pigments et charges minérales, ajoutés classiquement lors de la formulation des polymères, peuvent être introduits sous forme de particules de taille inférieure à 1 μm . C'est par exemple le cas du dioxyde de titane, du carbonate de calcium et du noir de carbone. Selon un mode de réalisation particulier, ladite

25 sous-étape 'b1) de séparation des insolubles met avantageusement en œuvre un séparateur électrostatique, ce qui permet d'éliminer efficacement au moins en partie, les particules insolubles de taille inférieure à 1 μm . Selon un autre mode de réalisation particulier, la sous-étape b'1) de séparation des insolubles met en œuvre un filtre à sable, pour éliminer les particules de différentes tailles et notamment des particules de taille inférieure à 1 μm . Selon

30 encore un autre mode de réalisation particulier, la sous-étape b'1) de séparation des insolubles met en œuvre un filtre tangentiel mettant notamment en œuvre une membrane et/ou un filtre en profondeur, éventuellement en présence d'adjuvants de filtration comme des terres de diatomées.

En fonction de la nature de la charge, la solution polymère qui alimente la sous-étape b'1),

35 de préférence la solution polymère décantée, peut éventuellement également comprendre

une deuxième phase liquide, par exemple constituée de polymères fondus, et dont la densité n'est pas assez différente de celle de la solution polymère pour être séparée lors de l'étape b). Selon un autre mode de réalisation particulier, la sous-étape b'1) met avantageusement en œuvre des équipements permettant la séparation d'une seconde phase liquide, de
5 préférence au moyen d'au moins un séparateur biphasique ou triphasique.

Sous-Etape b'2) optionnelle de lavage

Le procédé de traitement peut éventuellement comprendre en outre une sous-étape b'2) de lavage par une solution dense, pour obtenir avantageusement au moins un effluent de lavage et une solution polymère lavée. La solution polymère lavée obtenue à l'issue de la
10 sous-étape b'2) comprend avantageusement les thermoplastiques visés que la présente invention cherche à récupérer purifiés, dissous dans le solvant de dissolution.

Eventuellement la solution polymère lavée peut comprendre également des impuretés résiduelles en particulier solubles dans le solvant de dissolution et/ou éventuellement des traces du solvant de lavage si la sous-étape b'2) est réalisée.

15 La sous-étape b'2) de lavage peut être intégrée en amont ou en aval, de préférence en aval, d'une sous-étape b'1) de séparation solide-liquide supplémentaire, lorsque ces deux sous-étapes sont intégrées au procédé de traitement selon l'invention.

Lorsqu'elle est intégrée au procédé, la sous-étape b'2) de lavage est alimentée par une solution dense et par la solution polymère décantée issue de l'étape b) ou éventuellement la
20 solution polymère clarifiée issue d'une sous-étape b'1). La solution polymère qui alimente la sous-étape b'2) de lavage, en particulier la solution polymère décantée ou éventuellement clarifiée, peut comprendre des impuretés insolubles en suspension et/ou des impuretés solubilisées, et non séparées à l'étape b). Ces impuretés en suspension ou solubilisées peuvent, en partie ou en totalité, être éliminés lors de la sous-étape b'2) de lavage par
25 dissolution ou précipitation et/ou par entraînement dans la solution dense. Ainsi lorsqu'elle est mise en œuvre, cette sous-étape b'2) contribue au traitement de la charge plastique et plus particulièrement à la purification de la solution polymère.

La sous-étape b'2) de lavage comprend avantageusement la mise en contact de la solution polymère, décantée ou éventuellement clarifiée, qui alimente la sous-étape b'2), avec une
30 solution dense. Avantageusement, la solution dense a une densité plus élevée que la solution polymère (c'est-à-dire le mélange comprenant au moins les thermoplastiques visés et le solvant de dissolution dans lequel sont dissous les thermoplastiques visés), en particulier supérieure ou égale à 0,85, de préférence supérieure ou égale à 0,9, préférentiellement supérieure ou égale à 1,0. La solution dense peut être une solution
35 aqueuse, qui comprend de préférence au moins 50% poids d'eau, de manière préférée au

moins 75% poids d'eau, de manière très préférée au moins 90% poids d'eau. Le pH de la solution aqueuse peut être ajusté à l'aide d'un acide ou d'une base de manière à favoriser la dissolution de certaines impuretés. La solution dense peut aussi être éventuellement une solution comprenant, de préférence consistant en, un solvant organique de densité
5 avantageusement supérieure ou égale à 0,85, de préférence supérieure ou égale à 0,9, préférentiellement supérieure ou égale à 1,0, et dans lequel les polymères de la charge plastique restent insolubles dans les conditions de température et pression de la sous-étape b'2), par exemple un solvant organique choisi parmi sulfolane ou N-méthylpyrrolidone (NMP), éventuellement en mélange avec de l'eau. De manière très préférée, la solution
10 dense est une solution aqueuse qui comprend de préférence au moins 50% poids d'eau, de manière préférée au moins 75% poids d'eau, de manière très préférée au moins 90% poids d'eau.

La sous-étape b'2) de lavage est avantageusement mise en œuvre à une température entre 100 et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C, et très avantageusement à une pression
15 entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 1,0 et 25,0 MPa absolu, préférentiellement entre 1,5 et 15,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu. Très avantageusement, la sous-étape b'2) de lavage est mise en œuvre à la température de dissolution et la pression de dissolution.

Dans la sous-étape b'2) de lavage, lorsqu'elle est intégrée au procédé, le ratio massique
20 entre le débit massique de la solution dense et le débit massique de la solution polymère, décantée ou éventuellement clarifiée, qui alimente la sous-étape b'2) est avantageusement compris entre 0,05 et 20,0, de préférence entre 0,1 et 10,0 et de manière préférée entre 0,5 et 3,0. La mise en contact entre la solution polymère, décantée ou éventuellement clarifiée, et la solution dense peut être réalisée en plusieurs points du(des) équipement(s) utilisé(s),
25 c'est-à-dire par plusieurs injections de la solution polymère décantée ou clarifiée et/ou de la solution dense en différents points le long de l'équipement (des équipements), c'est alors la somme des flux injectés qui est prise en compte dans le calcul du ratio.

La sous-étape b'2) peut être réalisée dans un ou plusieurs équipements de lavage permettant la mise en contact avec la solution dense et/ou avec des équipements de
30 séparation permettant de récupérer au moins un effluent de lavage et une solution polymère lavée. Ces équipements sont bien connus, par exemple réacteurs agités, mélangeurs statiques, mélangeurs décanteurs, ballons séparateurs diphasique ou triphasique, colonnes de lavage à co ou contre-courant, colonne à plateaux, colonne agitée, colonne garnie, colonne pulsée, etc, chaque type d'équipement pouvant comprendre un ou plusieurs
35 équipements utilisés seul(s) ou en combinaison avec des équipements d'un autre type.

Selon un mode de réalisation préféré, la sous-étape b'2) de lavage est réalisée dans une colonne de lavage à contre-courant dans laquelle la solution dense est injectée, de préférence dans la moitié, de manière préférée le tiers, de la colonne le plus proche de la tête de colonne, d'une part et la solution polymère décantée ou clarifiée est injectée, de préférence dans la moitié, de manière préférée le tiers, de la colonne le plus proche du fond de colonne, d'autre part. Selon ce mode de réalisation, il est possible de récupérer au moins une solution polymère lavée et un effluent de lavage.

Selon un mode très particulier, les flux en entrée et/ou sortie de la colonne de lavage peuvent être divisés et injectés en plusieurs points d'injection le long de la colonne et/ou soutirés en plusieurs points de soutirage le long de la colonne.

Selon un autre mode de réalisation, la sous-étape b'2) de lavage est réalisée dans un mélangeur-décanteur comprenant une zone de mélange agitée, pour mettre en contact la solution dense et la solution polymère décantée ou clarifiée, et une zone de décantation, permettant de récupérer une solution polymère lavée et un effluent de lavage.

A l'issue de la sous-étape b'2) de lavage, l'effluent de lavage obtenu comprend avantageusement des impuretés solubilisées dans le solvant dense et/ou insolubles et entraînées dans l'effluent de lavage. L'effluent de lavage peut être retraité dans une section de traitement de lavage, d'une part pour séparer au moins en partie les impuretés solubilisées et/ou entraînées et éventuellement purifier l'effluent de lavage, pour obtenir une solution dense purifiée, et d'autre part pour recycler au moins une partie de la solution de lavage purifiée. Cette section de traitement de lavage peut mettre en œuvre un ou des équipement(s) bien connu(s) de séparation solide-liquide, par exemple un ballon séparateur, un décanteur, un décanteur centrifuge, une centrifugeuse, un filtre. L'effluent de lavage peut également être envoyé en dehors du procédé, par exemple dans une station de traitement des eaux usés lorsque la solution dense est une solution aqueuse.

Etape b'3) optionnelle d'extraction

Le procédé selon l'invention peut comprendre une sous-étape b'3) d'extraction par mise en contact avec un solvant d'extraction, pour obtenir au moins une solution polymère extraite et un solvant usagé. La solution polymère extraite obtenue à l'issue de la sous-étape b'3) comprend avantageusement les polymères thermoplastiques visés que la présente invention cherche à récupérer purifiés, dissous dans le solvant de dissolution. Le solvant usé est avantageusement chargé en impuretés. Eventuellement la solution polymère extraite peut comprendre également des impuretés résiduelles en particulier solubles dans le solvant de dissolution et/ou des traces du solvant de lavage et/ou du solvant d'extraction si la(les) sous-étape(s) b2) et/ou b3) est(sont) réalisée(s).

Lorsqu'elle est intégrée au procédé selon l'invention, la sous-étape b'3) d'extraction est située avantageusement entre l'étape b) de décantation et l'étape c) de séparation solvant-polymères, et éventuellement en amont ou en aval d'une sous-étape b'4) d'adsorption si cette dernière est également intégrée au procédé, et de préférence en aval d'une sous-étape
5 b'1) de séparation solide-liquide supplémentaire.

La sous-étape b'3) d'extraction est alimentée avantageusement par un solvant d'extraction et par la solution polymère décantée issue de l'étape b), la solution polymère clarifiée issue de la sous-étape b'1), la solution polymère lavée issue de la sous-étape b'2) ou la solution polymère raffinée issue d'une sous-étape b'4) d'adsorption. La solution polymère qui
10 alimente la sous-étape b'3), de préférence la solution polymère décantée ou éventuellement la solution clarifiée, lavée ou raffinée, peut donc également comprendre des impuretés solubilisées. Ces impuretés solubilisées peuvent en partie ou en totalité être éliminées lors de la sous-étape b'3) d'extraction par mise en contact avec un solvant d'extraction.

Lorsqu'elle est intégrée au procédé selon l'invention, la sous-étape b'3) d'extraction met
15 avantageusement en œuvre au moins une section d'extraction, de préférence entre une et cinq section(s) d'extraction, de manière très préférée une section d'extraction.

Le ratio massique entre le débit massique du solvant d'extraction et le débit massique de la solution polymère qui alimente b'3), de préférence la solution polymère décantée ou éventuellement la solution polymère clarifiée, lavée ou raffinée, est avantageusement
20 compris entre 0,05 et 20,0, de préférence entre 0,1 et 10,0 et de manière préférée entre 0,2 et 5,0. La mise en contact entre la solution polymère qui alimente la sous-étape b'3) et le solvant d'extraction peut être réalisée en plusieurs points de la section d'extraction, c'est-à-dire par plusieurs injections de la solution polymère et/ou du solvant d'extraction en différents points le long de la section d'extraction, c'est alors la somme des flux injectés qui est prise
25 en compte dans le calcul du ratio.

Le solvant d'extraction mis en œuvre dans la sous-étape b'3) d'extraction comprend avantageusement un solvant organique ou un mélange de solvants organiques. De préférence, le solvant d'extraction comprend, de préférence consiste en, au moins un composé hydrocarboné de préférence aliphatique et en particulier paraffinique (c'est-à-dire
30 saturé), de préférence linéaire ou ramifié. De préférence, le solvant d'extraction comprend au moins 80% poids, préférentiellement au moins 95% poids, de manière préférée 98% poids d'au moins un composé hydrocarboné, de préférence aliphatique et en particulier paraffinique, de préférence linéaire ou ramifié, les pourcentages étant exprimés par rapport au poids total du solvant de dissolution (100% étant le maximum. De manière préférée, le
35 solvant d'extraction comprend au moins un composé hydrocarboné de préférence

aliphatique et en particulier paraffinique, présentant une température d'ébullition comprise entre - 50 et 250°C, de préférence entre - 15 et 150°C, préférentiellement entre - 1 et 110°C et de manière préférée entre 20 et 100°C (à pression atmosphérique, en particulier à 0.1 MPa). De manière préférée, le solvant d'extraction comprend, de préférence consiste en, au moins un composé hydrocarboné aliphatique en particulier paraffinique, de préférence linéaire ou ramifié, ayant entre 3 et 12 atomes de carbone, préférentiellement entre 4 et 8 atomes de carbone. Par exemple, le solvant d'extraction comprend un composé choisi parmi les isomères du butane, du pentane, de l'hexane et de l'heptane. Le solvant d'extraction peut comprendre, de préférence consister en, un mélange d'isomères du butane, du pentane, de l'hexane, de l'heptane et de l'octane, et de manière préférée à une teneur en ledit mélange d'isomères dans le solvant d'extraction supérieure ou égale à 80% poids, préférentiellement supérieure ou égale à 95% poids, de manière préférée supérieure ou égale à 98% poids, par rapport au poids total du solvant d'extraction. De manière préférée, le solvant d'extraction est un composé aliphatique paraffinique, présentant une température critique (température au point critique dudit composé hydrocarboné pur) comprise de préférence entre 95 et 350°C, préférentiellement entre 130 et 300°C, de manière préférée entre 180 et 285°C.

De manière très préférée, le solvant extraction mis en œuvre dans la sous-étape b'3) optionnelle est le même solvant que le solvant de dissolution mis en œuvre dans l'étape a), éventuellement dans un état physique différent (par exemple le solvant d'extraction à l'état supercritique par rapport au solvant de dissolution à l'état liquide), de manière à faciliter la gestion des solvants et notamment leur purification et leur recyclage en particulier vers l'étape a) de dissolution et éventuellement vers la sous-étape b'3) d'extraction. Un autre intérêt d'utiliser des solvants de dissolution et d'extraction identiques, dans des états physiques identiques ou différents, est, en plus de faciliter la gestion des solvants mis en jeu dans le procédé selon l'invention, en particulier la récupération des solvants, leur traitement et leur recyclage vers au moins une des étapes du procédé, de limiter les consommations énergétiques et les coûts en particulier générés par le traitement et la purification des solvants.

La(les) section(s) d'extraction de la sous-étape b'3) optionnelle peu(ven)t comprendre un ou des équipement(s) d'extraction, permettant la mise en contact avec le solvant d'extraction et/ou avec des équipements de séparation permettant de récupérer au moins un solvant usagé, en particulier chargé en impuretés, et une solution polymère extraite. Ces équipements sont bien connus, par exemple des réacteurs agités, mélangeurs statiques, mélangeurs décanteurs, ballons séparateurs diphasique ou triphasique, colonnes de lavage à co ou contre-courant, colonne à plateaux, colonne agitée, colonne garnie, colonne pulsée

etc., chaque type d'équipement pouvant comprendre un ou plusieurs équipements utilisés seul(s) ou en combinaison avec des équipements d'un autre type.

Selon un mode de réalisation préféré de b'3), l'extraction est réalisée dans une colonne d'extraction à contre-courant où le solvant d'extraction est injecté, d'une part, et la solution polymère qui alimente la sous-étape b'3) est injectée, d'autre part. Selon ce mode de réalisation, il est possible de récupérer au moins une solution polymère extraite, d'une part, et un solvant usagé notamment chargé en impuretés, d'autre part. De préférence, la solution polymère qui alimente b'3), de préférence la solution polymère décantée ou éventuellement clarifiée, lavée ou raffinée, est injectée dans la moitié supérieure, de manière préférée le tiers supérieur, de la colonne, c'est-à-dire la moitié, et de manière préférée le tiers, le plus proche de la tête de la colonne d'extraction à contre-courant tandis que le solvant d'extraction est injecté dans la moitié inférieure, de manière préférée le tiers inférieur, de la colonne, c'est-à-dire la moitié, et de manière préférée le tiers, le plus proche du fond de colonne d'extraction à contre-courant.

Les flux en entrée et/ou sortie de la colonne d'extraction à contre-courant peuvent être divisés en plusieurs points d'injection et/ou de soutirage le long de la colonne.

Selon un autre mode de réalisation de b'3), l'extraction est réalisée dans un mélangeur-décanteur qui comprend avantageusement une zone de mélange agitée pour mettre en contact le solvant d'extraction et la solution polymère qui alimente b'3), de préférence la solution polymère décantée ou éventuellement clarifiée, lavée ou raffinée, et une zone de décantation permettant de récupérer une solution polymère extraite d'une part et un solvant usagé d'autre part.

Avantageusement, la sous-étape b'3) d'extraction est mise en œuvre dans des conditions de température et pression différentes des conditions de température et pression de l'étape a) de dissolution.

Selon un mode de réalisation préféré de b'3), la sous-étape b'3) d'extraction met en œuvre une section d'extraction liquide/liquide. De manière préférée, la section d'extraction liquide/liquide est opérée entre 100°C et 300°C, de préférence entre 150°C et 250°C, et à une pression entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 1,0 et 25,0 MPa absolu, préférentiellement entre 1,5 et 18,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu. Dans tous les cas, dans ce mode de réalisation, les conditions de température et pression sont ajustées de sorte que le solvant d'extraction soit à l'état liquide, le solvant de dissolution étant de préférence lui-aussi à l'état liquide. Très avantageusement, l'extraction liquide/liquide en particulier lorsque le solvant d'extraction est le même que le solvant de dissolution, est mise en œuvre dans des conditions de température et de pression

différentes des conditions de dissolution atteintes à l'étape a), en particulier à une température supérieure à la température de dissolution et/ou à une pression inférieure à la pression de dissolution, de manière à se placer ainsi dans une zone diphasique du diagramme de mélange polymère-solvant correspondant.

- 5 Selon un autre mode de réalisation préféré de b'3), la sous-étape b'3) d'extraction met en œuvre une section d'extraction dans des conditions de température et pression particulières dans lesquelles le solvant d'extraction est avantageusement au moins en partie sous forme supercritique. Une telle extraction peut être appelée extraction supercritique. Dans ce mode de réalisation, l'extraction est réalisée par mise en contact de la solution polymère, de
- 10 préférence la solution polymère décantée ou éventuellement clarifiée, lavée ou raffinée, avec un solvant d'extraction, avantageusement dans des conditions de température et de pression qui permettent l'obtention d'une phase supercritique composée majoritairement (c'est-à-dire de préférence au moins 50% poids, préférentiellement au moins 70% poids, de manière préférée au moins 90% poids) du solvant d'extraction. En d'autres termes, dans ce mode de
- 15 réalisation, l'extraction est réalisée par mise en contact de la solution polymère, de préférence la solution polymère décantée ou éventuellement clarifiée, lavée ou raffinée, avec un solvant d'extraction qui est au moins en partie, de préférence en totalité, à l'état supercritique. Une telle sous-étape b'3) d'extraction supercritique permet avantageusement une purification efficace de la solution polymère, notamment du fait de la très forte affinité
- 20 des impuretés organiques, comme certains des additifs, notamment certains colorants, plastifiants, etc., pour la phase supercritique. L'utilisation d'un solvant d'extraction à l'état supercritique permet également de créer un écart de densité conséquent entre la phase supercritique et la solution polymère sous forme liquide, ce qui facilite une séparation par décantation entre la phase supercritique et la phase liquide, et par conséquent ce qui
- 25 contribue à la purification de la solution polymère.

Dans cet autre mode de réalisation préféré, la sous-étape b'3) met en œuvre un solvant d'extraction comprenant au moins 80% poids, préférentiellement au moins 95% poids, de manière préférée 98% poids d'au moins un composé hydrocarboné paraffinique aliphatique (ou alcane) (100% étant le maximum, les pourcentages étant exprimés par rapport au poids

30 total du solvant d'extraction) présentant une température critique de préférence comprise entre 95 et 350°C, préférentiellement entre 130 et 300°C, de manière préférée entre 180 et 285°C.

Avantageusement, la sous-étape b'3) d'extraction supercritique de cet autre mode de réalisation particulier est mise en œuvre à une température de préférence entre 150°C et

35 300°C, de manière préférée entre 180°C et 280°C, et à une pression de préférence entre 2,0 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 2,0 et 25,0 MPa absolu, de manière préférée entre

2,0 et 18,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 3,0 et 15,0 MPa absolu. De manière très préférée, la pression d'opération d'une telle sous-étape b'3) d'extraction supercritique est comprise entre 2,7 MPa et 7,5 MPa absolu, préférentiellement entre 3,0 MPa et 5,5 MPa absolu. Dans tous les cas, dans ce mode de réalisation, les conditions
5 de température et pression sont ajustées, notamment dans une section d'ajustement mise en œuvre à la sous-étape b'3) d'extraction en amont de la section d'extraction, de sorte que le solvant d'extraction soit au moins en partie à l'état supercritique dans la section d'extraction.

Dans un mode de réalisation particulier, la sous-étape b'3) d'extraction met en œuvre une
10 extraction supercritique et le solvant d'extraction est le même que le solvant de dissolution, hormis le fait que le solvant d'extraction est au moins en partie sous en phase supercritique. Dans ce cas d'extraction supercritique, le solvant de dissolution peut devenir au moins en partie sous forme supercritique, optimisant avantageusement la décantation lors de l'étape d'extraction, plus particulièrement à chaque phase ou plateau d'extraction, entre la phase
15 liquide et la phase supercritique, ce qui permet ainsi de maximiser la purification.

Avantageusement à l'issue de la sous-étape b'3) d'extraction, le solvant usagé obtenu est en particulier chargé en impuretés solubles. Il peut être retraité dans une section de traitement organique permettant d'une part de séparer au moins une partie des impuretés et purifier le solvant pour obtenir un solvant d'extraction purifié, et d'autre part de recycler au moins une
20 partie du solvant d'extraction purifié en entrée de b'3) d'extraction, et/ou en entrée de l'étape a) de dissolution dans le cas où le solvant de dissolution et le solvant d'extraction sont identiques. Le solvant usagé peut être traité selon toute méthode connue de l'homme du métier, comme une ou plusieurs méthodes parmi distillation, évaporation, extraction, adsorption, cristallisation et précipitation des insolubles, ou par purge.

25 Sous-Etape b'4) optionnelle d'adsorption

Le procédé de traitement selon l'invention peut comprendre une sous-étape b'4) d'adsorption, pour obtenir une solution polymère raffinée. La solution polymère raffinée obtenue à l'issue de la sous-étape b'4) optionnelle comprend avantageusement les polymères thermoplastiques visés, en particulier les polyoléfines visées, dissous dans le
30 solvant de dissolution.

Lorsqu'elle est intégrée au procédé selon l'invention, la sous-étape b'4) d'adsorption est de préférence mise en œuvre en aval de l'étape b) de décantation et en amont de l'étape c) de séparation solvant-polymères. Elle peut cependant être mise en œuvre en amont de l'étape b) de décantation et/ou pendant l'étape a) de dissolution, par introduction de particules
35 d'adsorbant en mélange avec la solution polymère brute, lesdites particules d'adsorbant

étant éliminées lors de l'étape b) de décantation et éventuellement lors d'une sous-étape b'1) de séparation solide-liquide supplémentaire voire lors d'une sous-étape b'2) de lavage. La sous-étape b'4) d'adsorption peut encore être éventuellement mise en œuvre en amont ou en aval d'une sous-étape b'3) d'extraction. Ainsi, lorsqu'elle est intégrée au procédé selon
5 l'invention, la sous-étape b'4) d'adsorption est mise en œuvre par mise en contact de la solution polymère qui l'alimente avec un(ou des) adsorbant(s).

La sous-étape b'4) optionnelle d'adsorption met avantageusement en œuvre une section d'adsorption opérée en présence d'au moins un adsorbant, de préférence solide, et en particulier sous forme de lit fixe, de lit entraîné (ou slurry, c'est-à-dire sous forme de
10 particules introduites dans le flux à purifier et entraînées avec ce flux) ou sous forme de lit bouillonnant, de préférence sous forme de lit fixe ou de lit entraîné. Le(ou les) adsorbant(s) mis en œuvre dans la sous-étape b) est(sont) de préférence une alumine, une silice, une silice-alumine, un charbon actif, une terre décolorante, ou leurs mélanges, de manière préférée un charbon actif, une terre décolorante ou leurs mélanges, de préférence sous
15 forme de lit fixe ou de lit entraîné, la circulation des flux pouvant être ascendante ou descendante.

Avantageusement, lorsqu'elle est intégrée au procédé, la sous-étape b'4) d'adsorption est mise en œuvre à une température entre 100 et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C, et à une pression entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, de préférence entre 1,0 et 25,0 MPa absolu,
20 préférentiellement entre 1,5 et 18,0 MPa absolu et de manière très préférée entre 2,0 et 15,0 MPa absolu. Très avantageusement, la sous-étape b'4) d'adsorption est mise en œuvre aux conditions de température et de pression de dissolution, c'est-à-dire à la température de dissolution et la pression de dissolution atteintes à l'étape a). De préférence, dans l'éventuelle sous-étape b'4), la vitesse volumique horaire (ou VVH), qui correspond au ratio
25 entre le débit volumique de la solution polymère qui alimente b'4) et le volume d'adsorbant, avantageusement en opération dans b'4), est comprise entre 0,05 et 10 h⁻¹, préférentiellement entre 0,1 et 5,0 h⁻¹.

Selon un mode de réalisation particulier de la sous-étape b'4), la section d'adsorption peut comprendre un ou plusieurs lit(s) fixe(s) d'adsorbant, par exemple sous forme de colonne(s)
30 d'adsorption, de préférence au moins deux colonnes d'adsorption, préférentiellement entre deux et quatre colonnes d'adsorption, contenant ledit(ou lesdits) adsorbant(s). Lorsque la section d'adsorption comprend deux colonnes d'adsorption, un mode de fonctionnement peut être un fonctionnement appelé « swing », selon le terme anglo-saxon consacré, dans lequel l'une des colonnes est en ligne, c'est-à-dire en fonctionnement, tandis que l'autre
35 colonne est en réserve. Lorsque l'adsorbant de la colonne en ligne est utilisé, cette colonne est isolée tandis que la colonne en réserve est mise en ligne, c'est-à-dire en fonctionnement.

L'adsorbant usé peut être ensuite régénéré in situ et/ou remplacé par de l'adsorbant frais pour que la colonne le contenant puisse à nouveau être remise en ligne une fois que l'autre colonne aura été isolée.

Un autre mode de fonctionnement de ce mode de réalisation particulier de b'4) est d'avoir au moins deux colonnes d'adsorbant fonctionnant en série. Lorsque l'adsorbant de la colonne placée en tête est usé, cette première colonne est isolée et l'adsorbant usé est régénéré *in situ* ou remplacé par de l'adsorbant frais. La colonne est ensuite remise en ligne en dernière position et ainsi de suite. Ce fonctionnement est appelé mode permutable, ou selon le terme anglais « PRS » pour Permutable Reactor System ou encore « lead and lag » selon le terme anglo-saxon consacré. L'association d'au moins deux colonnes d'adsorption permet de palier à l'empoisonnement et/ou au colmatage possible et éventuellement rapide de l'adsorbant sous l'action conjointe des impuretés, des contaminants et des insolubles éventuellement présents dans le flux à traiter. La présence d'au moins deux colonnes d'adsorption facilite en effet le remplacement et/ou la régénération de l'adsorbant, avantageusement sans arrêt du procédé, et permet aussi de maîtriser les coûts et de limiter la consommation d'adsorbant.

Etape c) de séparation solvant-polymère

Selon l'invention, le procédé comprend une étape c) de séparation solvant-polymère, pour obtenir au moins un flux de polymères thermoplastiques purifiés, plus particulièrement au moins un flux de polyoléfines purifiées, et de préférence au moins une fraction de solvant. Cette étape c) se situe en aval de l'étape b) de décantation, ou éventuellement d'une étape b') de purification de la solution polymère décantée.

L'étape c) de séparation solvant-polymère vise à séparer, au moins en partie, de préférence majoritairement, voire en totalité, le(les) solvant(s), en particulier le solvant de dissolution, contenu(s) dans la solution polymère décantée ou purifiée qui alimente l'étape c), de manière à récupérer les thermoplastiques visés débarrassés au moins en partie, de préférence en totalité, des impuretés et du solvant de dissolution, et éventuellement du(des) autres solvants mis en œuvre dans le procédé (i.e. le solvant d'extraction et/ou la solution dense). Par majoritairement, il faut comprendre au moins 50% poids, préférentiellement au moins de préférence au moins 70% poids, de manière préférée au moins 90% poids, de manière très préférée au moins 95% poids, par rapport au poids du(ou des) solvant(s) contenu(s) dans la solution polymère décantée ou purifiée qui alimente l'étape c), en particulier du solvant de dissolution et éventuellement du solvant d'extraction et/ou de la solution dense contenu(s) dans la solution polymère décantée ou purifiée qui alimente l'étape c).

Toute méthode de séparation solvant-polymère connue de l'homme du métier peut être mise en œuvre, notamment toutes les méthodes permettant un changement de phase des polymères ou des solvant(s). Le(les) solvant(s) peu(ven)t être séparé(s), par exemple, par évaporation des solvants par flash, atomisation, stripage, cristallisation des polymères et

5 séparation solide-liquide, démixtion, différence de densité et notamment décantation ou centrifugation, etc. L'étape c) peut mettre en œuvre plusieurs opérations de séparation en série. Par exemple, l'étape c) peut comprendre une séparation solvant-polymère par démixtion d'au moins une partie du(ou des) solvant(s) sous forme supercritique, le(ou les) solvant(s) étant sous forme supercritique après ajustement des conditions de températures

10 et/ou pression à l'étape c), de préférence ajustement de la pression et la température étant maintenue entre 100 et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C, de manière à être dans les conditions supercritiques d'au moins un des composés du(ou des) solvant(s), suivie par au moins une séparation du solvant résiduel par évaporation notamment dans des conditions de pression plus basse que la pression utilisée pour le passage à l'état supercritique du solvant,

15 en particulier à une pression entre 4 et 0,000005 MPa (soit 5 Pa), de préférence entre 3 et 0,000005 MPa (soit 5 Pa), la température pouvant être maintenue entre 100 et 300°C, de préférence entre 150 et 250°C.

Le flux de polymères thermoplastiques purifiés obtenue à l'issue de l'étape c) peut correspondre à une solution polymère concentrée ou à des polymères thermoplastiques

20 purifiés liquides (c'est-à-dire l'état fondu) ou solides. L'étape c) de séparation solvant-polymère peut éventuellement comprendre en outre une section de conditionnement pour conditionner les thermoplastiques, en particulier les polyoléfines visées, récupéré(e)s, sous forme solide et plus particulièrement sous forme de granulés solides. Dans cette éventuelle section de conditionnement, les polymères thermoplastiques purifiés récupérés sont

25 refroidis, avantageusement à une température inférieure à la température de fusion des polymères, pour obtenir une fraction comportant des thermoplastiques à l'état solide.

L'étape c) de séparation solvant-polymère vise également à récupérer au moins en partie, de préférence majoritairement et préférentiellement en totalité, le(les) solvant(s) contenu(s) dans la solution polymère décantée ou purifiée qui alimente l'étape c), et en particulier le

30 solvant de dissolution et éventuellement le solvant d'extraction et/ou la solution dense. Par majoritairement, il faut comprendre au moins 50% poids, préférentiellement au moins de préférence au moins 70% poids, de manière préférée au moins 90% poids, de manière très préférée au moins 95% poids, par rapport au poids du(ou des) solvant(s) contenu(s) dans la solution polymère décantée ou purifiée qui alimente l'étape c). Ainsi, l'étape c) permet

35 avantageusement d'obtenir au moins une fraction de solvant. L'étape c) de séparation solvant-polymère vise aussi éventuellement à purifier la fraction de solvant récupérée et à la

recycler notamment en amont de l'étape a) de dissolution et éventuellement en amont de la sous-étape b'2) et/ou de la sous-étape b'3).

Très avantageusement, la fraction de solvant récupérée à l'issue de l'étape c) peut être traitée dans une section de traitement organique située à l'issue de l'étape c), de manière à la purifier et obtenir un solvant purifié, en particulier un solvant de dissolution purifié et éventuellement une solution dense purifiée et/ou un solvant d'extraction purifié, pour pouvoir avantageusement le recycler vers l'étape a) de dissolution, et/ou éventuellement vers la sous-étape b'2) de lavage ou la sous-étape b'3) d'extraction. Ladite éventuelle section de traitement organique à l'issue de l'étape c) peut mettre en œuvre toute méthode connue de l'homme du métier, par exemple une ou plusieurs méthodes parmi distillation, évaporation, extraction liquide-liquide, adsorption, cristallisation et précipitation des insolubles, ou par purge.

Ainsi, le procédé selon l'invention permet d'obtenir un flux de polymères thermoplastiques purifiés, et plus particulièrement de polyoléfines purifiées, à partir de tout type de charge plastique et en particulier de déchets plastiques. En particulier, le procédé selon l'invention permet d'éliminer au moins 70% poids, préférentiellement au moins 80% poids, des impuretés, et en particulier des impuretés inorganiques, contenues dans la charge plastique. Le procédé selon l'invention permet également d'éliminer des composés organiques et des polymères notamment insolubles autres que les thermoplastiques visés. De plus, très avantageusement, le flux de thermoplastiques purifiés, en particulier de polyoléfines purifiées, obtenu à l'issue du procédé est moins coloré voire décoloré par rapport la charge plastique qui alimente par le procédé selon l'invention. Le flux de polymères thermoplastiques purifiés obtenu à l'issue du procédé selon l'invention peut alors être utilisé dans toute application par exemple en remplacement des mêmes polymères à l'état vierge. Le flux de polymères thermoplastiques purifiés, obtenu par le procédé selon l'invention, en continu, présente ainsi une teneur en impuretés suffisamment faible pour pouvoir être utilisé dans toute application.

De manière très préférée, le flux de polymères thermoplastiques purifiés obtenu à l'issue du procédé selon l'invention présente avantageusement une teneur en impuretés inférieure ou égale à 5% poids, très avantageusement en impuretés inférieure ou égale à 1,0% poids d'impuretés, voire une teneur inférieure ou égale à 0,5% poids d'impuretés. Très avantageusement, le flux de polymères thermoplastiques purifiés obtenu à l'issue du procédé selon l'invention (présente une teneur en solvant résiduel (en particulier en solvant de dissolution) inférieure ou égale à 5% poids, de préférence inférieure ou égale à 1,0% poids, de manière préférée inférieure ou égale à 0,1% poids inférieure ou égale à, voire une

teneur inférieure ou égale à 500 ppm poids, par rapport au poids total du flux de thermoplastiques purifiés.

Dispositif

La présente invention concerne également un dispositif de traitement d'une charge plastique pour obtenir un flux de polymères thermoplastiques purifiés, qui comprend :

- des moyens pour mettre en contact et dissoudre au moins en partie la charge plastique dans un solvant de dissolution, comme une extrudeuse, un(des) mélangeurs(s) statique(s), un ou des réacteur(s) agité(s) en continu, appelés encore « Continuous Stirred Tank Reactor » (CSTR) selon la terminologie anglo-saxonne, muni(s) de système(s) d'agitation adapté(s), pour obtenir une solution polymère brute ;

- un dispositif de décantation comprenant au moins un décanteur (appelé aussi décanteur statique), de préférence entre un et dix décanteur(s), préférentiellement entre deux et cinq décanteurs ;

lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs, lesdits décanteurs fonctionnent en série ou en parallèle, de préférence en parallèle,

ledit(ou lesdits) décanteur(s) étant vertical(verticaux) ou horizontal(horizontaux), de préférence de forme cylindrique ou globalement cylindrique, voire de forme multi-cylindrique, présentant de préférence un ratio L/D entre la hauteur ou longueur totale L du décanteur et le diamètre (ou largeur) D du décanteur compris entre 0,5 et 12, de préférence entre 1,0 et 6,0,

ledit(ou lesdits) décanteur(s) comprenant un point d'alimentation, pour être alimenté(s) en solution polymère, en particulier en solution polymère brute ou en un effluent enrichi en solution polymère,

avantageusement le point d'alimentation du décanteur ou du premier décanteur des décanteurs en série ou encore de chaque décanteur en parallèle étant connecté auxdits moyens pour mettre en contact et dissoudre pour alimenter ledit(ou lesdits) décanteur en au moins une fraction, ou la totalité, de ladite solution polymère brute,

de préférence lorsque le décanteur considéré est un décanteur vertical, le point d'alimentation dudit décanteur est avantageusement situé entre le quart de la hauteur dudit décanteur, à partir de la tête (ou extrémité haute) dudit décanteur vertical, et les trois quarts de la hauteur dudit décanteur, à partir de la tête (ou extrémité haute) dudit décanteur vertical, de préférence entre le tiers de la hauteur dudit décanteur, à partir de la tête (ou extrémité haute) dudit décanteur vertical, et les deux tiers supérieurs de la hauteur dudit décanteur, à partir de la tête (ou extrémité haute) dudit décanteur vertical, ledit point d'alimentation

définissant alors deux zones dans le décanteur vertical considéré, une zone supérieure située entre le point d'alimentation et la tête (ou extrémité haute) du décanteur vertical, et une zone inférieure située entre le point d'alimentation et le fond (ou extrémité basse) du décanteur vertical,

- 5 de préférence lorsque le décanteur considéré est un décanteur horizontal, le point d'alimentation dudit décanteur est avantageusement situé vers une extrémité du décanteur horizontal considéré, c'est-à-dire à l'une des extrémités du décanteur horizontal ou proche d'une des extrémités du décanteur horizontal, de préférence dans une zone comprise entre une des deux extrémités du décanteur horizontal et un tiers de la longueur dudit décanteur à
- 10 partir de ladite extrémité, de préférence comprise entre une des deux extrémités du décanteur horizontal et un quart de la longueur dudit décanteur à partir de ladite extrémité, ledit(ou lesdits) décanteur(s) comprenant une première sortie pour un effluent enrichi en solution polymère et une deuxième sortie pour un flux de résidus,

- lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs en série, la première
- 15 sortie (i.e. la sortie de l'effluent enrichi en solution polymère) du décanteur en aval est avantageusement connectée au point d'alimentation du décanteur directement en amont (c'est-à-dire la première sortie du décanteur i est connectée au point d'alimentation du décanteur i+1), sauf pour le dernier décanteur de la série pour lequel la première sortie (i.e. la sortie de l'effluent enrichi en solution polymère) est connectée à des moyens situés en
- 20 aval du dispositif de décantation, en particulier des moyens de séparation solvant-polymère ou éventuellement un système de purification supplémentaire,

- lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs en parallèle, l'ensemble desdites premières sorties (i.e. les sorties de l'effluent enrichi en solution polymère) desdits décanteurs sont connectées entre elles et à un système de mélange pour mélanger
- 25 l'ensemble des effluents enrichi en solution polymère récupérés en sortie desdits décanteurs en parallèle, ledit système de mélange étant très avantageusement connecté à des moyens situés en aval du dispositif de décantation, en particulier des moyens de séparation solvant-polymère ou éventuellement un système de purification supplémentaire,

- de préférence lorsque le décanteur considéré est un décanteur vertical, la première sortie
- 30 (i.e. sortie de l'effluent enrichi en solution polymère) dudit décanteur est avantageusement située dans la zone supérieure du décanteur vertical considéré, c'est-à-dire dans une zone entre le point d'alimentation et la tête (ou extrémité haute) du décanteur vertical, et la deuxième sortie est avantageusement située dans la zone inférieure du décanteur vertical, de préférence dans le fond (ou extrémité basse) du décanteur vertical,

- de préférence lorsque le décanteur considéré est un décanteur horizontal, la première sortie (i.e. sortie de l'effluent enrichi en solution polymère) dudit décanteur et de préférence la deuxième sortie, est(sont) avantageusement située(s) vers l'extrémité opposée au point d'alimentation, c'est-à-dire à l'extrémité ou proche de l'extrémité qui est opposée à
- 5 l'extrémité vers laquelle se situe le point d'alimentation, de préférence ladite première sortie et de préférence ladite deuxième sortie, est(sont) située(s) dans une zone comprise entre l'extrémité opposée au point d'alimentation et un tiers de la longueur du décanteur à partir de ladite extrémité opposée, de préférence comprise entre l'extrémité opposée au point d'alimentation et un quart de la longueur du décanteur à partir de ladite extrémité opposée,
- 10 ledit(ou lesdits) décanteur(s) présentant un design de sorte à avoir :
- une vitesse superficielle liquide variant entre 1×10^{-7} et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, de préférence entre $1,0 \times 10^{-6}$ et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, préférentiellement entre $1,0 \times 10^{-5}$ et $6,000 \times 10^{-3}$ m/s, de manière préférée entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $5,000 \times 10^{-3}$ m/s, de manière très préférée entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $9,00 \times 10^{-4}$ m/s, en particulier entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $5,00 \times 10^{-4}$ m/s,
 - 15 - de préférence une vitesse d'injection inférieure ou égale à 1,00 m/s, de préférence inférieure ou égale à 0,10 m/s, préférentiellement inférieure ou égale à 0,05 m/s, et de manière préférée supérieure ou égale à 0,001 m/s ;
 - éventuellement un système de purification supplémentaire, situé en aval du dispositif de décantation, et comprenant en particulier des moyens de séparation solide-liquide
 - 20 supplémentaires par exemple des filtres, des moyens de lavage, des moyens d'extraction et/ou des moyens d'adsorption,
- lorsque ledit système de purification supplémentaire comprend plusieurs moyens, lesdits moyens fonctionnent en série les uns des autres ;
- des moyens de séparation solvant-polymère, situés en aval du dispositif de décantation,
 - 25 pour séparer un flux de solvant comprenant en particulier le solvant de dissolution et un flux de polymères thermoplastiques purifiés, en particulier un flux de polyoléfines purifiées, lesdits moyens de séparation solvant-polymère étant avantageusement connectés audit de décantation ou éventuellement audit système de purification supplémentaire.
- De manière préférée, le dispositif de traitement comprend au moins un système de
- 30 purification supplémentaire, de préférence comprenant des moyens de séparation solide-liquide supplémentaires par exemple des filtres et/ou des moyens d'adsorption, préférentiellement des moyens de séparation solide-liquide supplémentaires puis des moyens d'adsorption.

Ledit dispositif de traitement d'une charge plastique comprend également avantageusement des moyens de transport entre lesdits moyens et dispositifs.

Les exemples et figures qui suivent illustrent l'invention, en particulier des modes de réalisation particuliers de l'invention, sans en limiter la portée.

5 LISTE DES FIGURES

La Figure 1 représente le schéma d'un décanteur mis en œuvre selon un mode de réalisation du procédé de la présente invention, dans lequel le décanteur est un décanteur vertical, globalement cylindrique, le fond dudit décanteur étant conique et l'extrémité de tête étant de forme hémisphérique. Le décanteur a une longueur L et un diamètre D. Il est alimenté en une solution polymère au point d'alimentation 1. L'effluent enrichi en solution polymère est récupéré au point 2 et les résidus purgés au point 3.

La Figure 2 représente le schéma d'un décanteur mis en œuvre selon un autre mode de réalisation du procédé de la présente invention, dans lequel le décanteur est un décanteur horizontal, globalement cylindrique, avec des extrémités de forme hémisphérique. Le décanteur a une longueur L et un diamètre D. Il est alimenté en une solution polymère au point d'alimentation 1. L'effluent enrichi en solution polymère est récupéré au point 2 et les résidus purgés au point 3.

EXEMPLES

Dans les exemples ci-après, les analyses réalisées sur la charge et les produits obtenus sont les suivantes :

- le taux de cendre, qui donne une indication sur la teneur en impuretés inorganiques, est déterminé par analyse thermogravimétrique (ou TGA pour thermogravimetric analysis selon le terme anglosaxon). Le taux de cendre est déterminé par analyse thermogravimétrique (ou TGA), à l'aide d'un appareil Perkin Elmer TGA 8000, selon la norme ISO 11358-1 (2014). Un échantillon de 10-20 mg de matière est placé sur un plateau en platine. La température est équilibrée à 50°C pendant 10 minutes, puis augmente à une vitesse de chauffe de 20°C/min jusqu'à 950°C sous flux d'azote. Le taux de cendre correspond au poids déterminé à 850°C par rapport au poids de l'échantillon de départ, exprimé en pourcentage poids (% poids) ;
- les teneurs en composés organiques, en particulier en Irganox® 1010, Irgafos® 168, Irgafos® 168 oxydé, sont déterminées par chromatographie liquide haute performance (HPLC) ;

- les paramètres de couleur sont exprimés dans le système de référence CIE $L^*a^*b^*$ (défini par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)), déterminé par colorimétrie (selon la norme ISO 11664-4), avec :

- o un paramètre L^* de clarté (ou luminance), tel que plus L^* est proche de 100, plus le solide analysé est clair ou transparent ; au contraire plus L^* est proche de 0, plus le solide analysé est opaque ;
- o un paramètre a^* (correspondant à un axe vert-rouge), qui mesure la couleur allant du vert (valeurs négatives) au rouge (valeurs positives) ; une valeur cible de a^* est une valeur approchant 0 ;
- o un paramètre b^* (correspondant à un axe bleu-jaune), qui mesure la couleur allant du bleu (valeurs négatives) au jaune (valeurs positives) ; une valeur cible de b^* est une valeur approchant 0.

Les valeurs $L^*a^*b^*$ sont déterminées à l'aide d'un appareil Standard Konica/Minolta Colorimeter CM-3700A, sur des échantillons solides d'environ 20 g de matière cryobroyée.

15 Exemple 1 (conforme à l'invention)

Etape a) de dissolution :

Une charge issue de déchets plastiques et contenant 95% poids de polypropylène (PP) est introduite sous forme de paillettes dans une extrudeuse chauffée à 200°C. En sortie d'extrudeuse, la charge est au moins en partie sous forme fondue et est mélangée avec du n-heptane utilisé comme solvant et préalablement chauffée à 200°C, selon un ratio pondéral solvant/charge de 5/1. Le mélange comprenant le solvant et la charge est introduit dans un réacteur agité et chauffé à 200°C, et maintenu à 2,0 MPa absolu, pendant un temps de séjour de 1 heure. Une solution polymère brute est alors obtenue.

Etape b) décantation :

La solution polymère brute issue de l'étape a) de dissolution est ensuite soumise à une étape b) de décantation :

La solution polymère brute est soutirée en continu du réacteur agité et injectée dans un décanteur statique, vertical, présentant un ratio L/D entre la hauteur totale et le diamètre du décanteur globalement cylindrique de 3,1. Ledit décanteur est opéré selon les conditions suivantes :

- Une température de 200°C
- Une pression de 2,0 MPa
- Une vitesse d'injection de 0,04 m/s

- Une vitesse en fût vide ascendante de 0,07 mm/s
- Un temps de séjours de 1h.

Un « gâteau » se dépose dans le fond du décanteur : il comprend des composés insolubles, des solides inorganiques, une fraction de solvant, et des éléments organiques. Ce

5 « gâteau » est purgé de façon séquentielle à une fréquence de 0,8 mHz.

Etape c) séparation solvant-polymère :

En sortie du décanteur, la solution polymère décantée issue de l'étape b) est soumise ensuite à une étape c) de séparation solvant-polymère.

En sortie de procédé, à température et pression atmosphériques, un solide A est obtenu. Le

10 solide A est composé de polypropylène (PP). Le solide A est analysé. Les résultats sont résumés dans le tableau 1 ci-dessous. Le tableau 1 compare des caractéristiques mesurées pour la charge et pour le solide A obtenu, notamment le taux de cendre (qui donne une indication sur la teneur en impuretés inorganiques), les paramètres L, a et b de colorimétrie

15 168, Irgafos® 168 oxydé).

Tableau 1

		Charge	Solide A
Bilan sur les éléments inorganiques insolubles			
Taux de cendre	% poids	1,1	0,2
Bilan sur les Couleurs			
Cielab – L	()	57,47	88,65
Cielab – a (rouge-vert)	()	14,68	1,23
Cielab – b (jaune – bleu)	()	10,83	7,76
Bilan sur les éléments organiques			
Irganox® 1010	ppm poids	1831	194
Irgafos® 168	ppm poids	628	138
Irgafos® 168 oxydé	ppm poids	1899	505

Le solide A obtenu composé de polypropylène (PP) est purifié par rapport à la charge plastique (voir tableau 1) puisque :

- plus de 80% poids d'impuretés inorganiques ($100 \times (1,09 - 0,2) / 1,09 = 81,65\%$) ont été éliminées (le solide A comprend plus de 80% poids en moins d'impuretés inorganiques par rapport à la charge plastique) ;
- les teneurs des trois impuretés organiques testées (Irganox® 1010, Irgafos® 168, Irgafos® 168 oxydé) sont également réduites dans le solide A (respectivement 194 ppm poids, 138 ppm poids et 505 ppm poids) par rapport à la charge plastique (respectivement 1831 ppm poids, 628 ppm poids et 1899 ppm poids) ;
- le solide A est également moins coloré que la charge : le paramètre L de luminosité est augmenté pour le solide A (88,65) et se rapproche de 100 par rapport à celui mesuré pour la charge (57,47), tandis que les paramètres a et b sont plus proches de la valeur 0 pour le solide A (a=1,23 et b=7,76) comparativement à la charge (respectivement 14,68 et 10,83).

Exemple 2 (conforme à l'invention)

Une charge issue de déchets plastiques, de même type que celle de l'Exemple 1, contenant 95% poids de polypropylène (PP), est introduite sous forme de paillettes dans une extrudeuse chauffée à 200°C. En sortie d'extrudeuse, la charge est au moins en partie sous forme fondue et est mélangée avec du n-heptane utilisé comme solvant et préalablement chauffée à 200°C, selon un ratio pondéral solvant/charge de 5/1. Le mélange est ensuite introduit dans un réacteur agité et chauffé à 200°C, et maintenu à 2,0 MPa absolu, pendant un temps de séjour de 1 heure. Une solution polymère brute est alors obtenue.

La solution polymère brute est soutirée en continu du réacteur agité et injectée dans un décanteur statique, vertical, présentant un ratio L/D entre la hauteur totale du décanteur et le diamètre du décanteur globalement cylindrique de 3,1. Ledit décanteur est opéré selon les conditions suivantes :

- Une température de 200°C
 - Une pression de 2,0 MPa
 - Une vitesse d'injection de 0,04 m/s
 - Une vitesse en fût vide ascendante de 0,07 mm/s
 - Un temps de séjours de 1h.
- Des impuretés se déposent dans le fond du décanteur, pour former un « gâteau » ou « lit » qui est purgé de façon discontinue à une fréquence de 0,8 mHz.

En sortie du décanteur, la solution polymère décantée est filtrée sur un filtre d'ouverture de mailles de 10 µm puis sur un filtre d'ouverture de mailles de 1 µm.

La solution polymère filtrée est ensuite envoyée dans une colonne d'adsorption contenant un lit de charbon actif, et opérée à 200°C et 2,0 MPa.

La solution polymère adsorbée, récupérée en sortie de colonne d'adsorption, est soumise ensuite à une étape de séparation solvant-polymère.

- 5
- En sortie de procédé, et à température et pression atmosphériques, un solide B est obtenu. Le solide B est composé de polypropylène (PP). Le solide B est analysé, de la même manière que le solide A de l'Exemple 1. Les résultats sont résumés dans le tableau 2 ci-dessous, qui compare des caractéristiques mesurées pour la charge et le solide B obtenu, notamment le taux de cendre (qui donne une indication sur la teneur en impuretés
- 10
- inorganiques), les paramètres L, a et b de colorimétrie et les quantités pondérales relatives en trois composés organiques (Irganox® 1010, Irgafos® 168, Irgafos® 168 oxydé).

Tableau 2

		Charge plastique	Solide B
Bilan sur les éléments inorganiques insolubles			
Taux de cendre	% poids	1,1	0,0
Bilan sur les Couleurs			
Cielab – L	()	57,47	92,89
Cielab – a (rouge-vert)	()	14,68	-0,29
Cielab – b (jaune – bleu)	()	10,83	4,61
Bilan sur les éléments organiques			
Irganox® 1010	ppm poids	1831	158
Irgafos® 168	ppm poids	628	113
Irgafos® 168 oxydé	ppm poids	1899	494

Le solide B obtenu, composé de polypropylène (PP), est purifié par rapport à la charge plastique (voir tableau 2) puisque :

- 15
- environ 100% poids des impuretés inorganiques ($100 \times (1,1 - 0,0) / 1,1 = 100\%$) ont été éliminées ;
- les teneurs des trois impuretés organiques testées (Irganox® 1010, Irgafos® 168, Irgafos® 168 oxydé) sont également réduites dans le solide B (respectivement 158 ppm poids, 113 ppm poids et 494 ppm poids) par rapport à la charge plastique (respectivement 1831 ppm
- 20
- poids, 628 ppm poids et 1899 ppm poids) ;

- le solide B est également moins coloré que la charge et les paramètres de colorimétrie sont améliorés : le paramètre L de luminosité est augmenté pour le solide B (98,89) et se rapproche de 100 par rapport à celui mesuré pour la charge (57,47), tandis que les paramètres a et b sont plus proches de la valeur 0 pour le solide B ($a = -0,29$ et $b = 4,61$)
- 5 comparativement à la charge (respectivement 14,68 et 10,83).

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement d'une charge plastique, comprenant :

a) une étape de dissolution de la charge plastique dans un solvant de dissolution, l'étape a) étant opérée à une température de dissolution comprise entre 100°C et 300°C et à une
5 pression de dissolution entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, pour obtenir au moins une solution polymère brute ;

b) une étape de décantation de la solution polymère brute, pour obtenir une solution polymère décantée et une fraction de résidus,

l'étape b) étant opérée à une température comprise entre 100°C et 300°C et une pression
10 entre 1,0 et 100,0 MPa absolu, et mettant en œuvre au moins un décanteur,

lorsque l'étape b) comprend plusieurs décanteurs, lesdits décanteurs fonctionnent en série ou en parallèle,

le décanteur ou le premier décanteur des décanteurs en série ou encore chaque décanteur en parallèle étant alimenté en au moins une fraction de ladite solution polymère brute,

15 dans laquelle un effluent enrichi en solution polymère est récupéré en sortie du ou de chaque décanteur,

l'effluent enrichi en solution polymère récupéré en sortie dudit décanteur ou du dernier décanteur des décanteurs fonctionnant en série ou encore l'ensemble des effluents enrichis en solution polymère récupérés en sortie de chaque décanteur fonctionnant en parallèle,

20 constituant ladite solution polymère décantée,

un flux de résidus étant récupéré en sortie du ou de chaque décanteur, l'ensemble des flux de résidus récupérés constituant ladite fraction de résidus,

ledit au moins un décanteur présentant une vitesse superficielle liquide variant entre 1×10^{-7} et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s ; puis

25 c) une étape de séparation solvant-polymère, pour obtenir au moins un flux de polymères thermoplastiques purifiés.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le solvant de dissolution et la charge plastique alimentent l'étape a) selon un ratio pondéral entre le solvant de dissolution et la charge plastique, compris entre 0,2 et 100,0, de préférence entre 0,3 et 20,0, de manière
30 préférée entre 1,0 et 10,0, encore plus préférentiellement entre 3,0 et 7,0.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le solvant de dissolution comprend au moins un composé hydrocarboné, ledit solvant de dissolution présentant une température

d'ébullition comprise entre -50 et 250°C, de préférence entre - 15 et 150°C, préférentiellement entre - 1 et 110°C et de manière préférée entre 20 et 100°C.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le solvant de dissolution comprend, de préférence consiste en, un mélange d'isomères du butane, du pentane, de l'hexane, de l'heptane et/ou de l'octane, et de manière préférée, un isomère ou un mélange d'isomères de l'hexane, de l'heptane et/ou de l'octane.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape b) met en œuvre entre un et dix décanteur(s), préférentiellement entre deux et cinq décanteurs.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque décanteur de l'étape b) est de forme cylindrique ou globalement cylindrique, présentant un ratio L/D entre la longueur totale L et le diamètre D du décanteur compris entre 0,5 et 12, de préférence entre 1,0 et 6,0.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la vitesse superficielle liquide varie, dans chaque décanteur, entre $1,0 \times 10^{-6}$ et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, préférentiellement entre $1,0 \times 10^{-5}$ et $6,000 \times 10^{-3}$ m/s, de manière très préférée entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $9,00 \times 10^{-4}$ m/s.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque décanteur présente une vitesse d'injection inférieure ou égale à 1,00 m/s, de préférence inférieure ou égale à 0,10 m/s, préférentiellement inférieure ou égale à 0,05 m/s, et de manière préférée supérieure ou égale à 0,001 m/s.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque décanteur est opéré avec un taux de remplissage compris entre 70% et 100% du volume total du décanteur considéré.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une étape de purification de la solution polymère décantée pour obtenir une solution polymère purifiée, ladite étape de purification comprenant :
 - b'1) une sous-étape de séparation solide-liquide supplémentaire ; et/ou
 - b'2) une sous-étape de lavage, par contact avec une solution dense ; et/ou
 - b'3) une sous-étape d'extraction, par contact avec un solvant d'extraction ; et/ou
 - b'4) une sous-étape d'adsorption des impuretés par contact avec un adsorbant solide.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la charge plastique comprend des polymères thermoplastiques, plus particulièrement des polyoléfinés.

12. Dispositif de traitement d'une charge plastique pour obtenir un flux de polymères thermoplastiques purifiés, qui comprend :
- des moyens pour mettre en contact et dissoudre au moins en partie la charge plastique dans un solvant de dissolution, pour obtenir une solution polymère brute ;
- 5 - un dispositif de décantation comprenant au moins un décanteur dans lequel une vitesse superficielle liquide varie entre 1×10^{-7} et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s et de préférence dans lequel la vitesse d'injection est inférieure ou égale à 1,00 m/s,
- lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs, lesdits décanteurs fonctionnant en série ou en parallèle,
- 10 ledit au moins un décanteur étant un décanteur vertical ou horizontal, de préférence de forme cylindrique ou globalement cylindrique, présentant de préférence un ratio L/D entre la hauteur ou longueur totale L du décanteur et le diamètre D du décanteur compris entre 0,5 et 12,
- ledit(ou lesdits) décanteur(s) comprenant un point d'alimentation en solution polymère,
- 15 ledit au moins un décanteur comprenant une première sortie pour un effluent enrichi en solution polymère et une deuxième sortie pour un flux de résidus,
- lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs en série, la première sortie du décanteur en aval est avantageusement connectée au point d'alimentation du décanteur directement en amont, sauf pour le dernier décanteur de la série pour lequel la
- 20 première sortie est connectée à des moyens situés en aval du dispositif de décantation,
- lorsque le dispositif de décantation comprend plusieurs décanteurs en parallèle, l'ensemble desdites premières sorties desdits décanteurs sont connectées entre elles et à un système de mélange pour mélanger l'ensemble des effluents enrichi en solution polymère récupérés en sortie desdits décanteurs en parallèle, ledit système de mélange étant connecté à des
- 25 moyens situés en aval du dispositif de décantation ;
- éventuellement un système de purification supplémentaire, situé en aval du dispositif de décantation ;
 - des moyens de séparation solvant-polymère, situés en aval du dispositif de décantation, pour séparer un flux de solvant et un flux de polymères thermoplastiques purifiés.
- 30 13. Dispositif selon la revendication 12, dans lequel la vitesse superficielle liquide dans ledit au moins un décanteur varie entre $1,0 \times 10^{-6}$ et $1,000 \times 10^{-2}$ m/s, préférentiellement entre $1,0 \times 10^{-5}$ et $6,000 \times 10^{-3}$ m/s, de manière très préférée entre $2,0 \times 10^{-5}$ et $9,00 \times 10^{-4}$ m/s.

14. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, dans lequel ledit au moins décanteur est un décanteur vertical, dans lequel :

- le point d'alimentation dudit décanteur est situé entre le quart de la hauteur dudit décanteur et les trois quarts de la hauteur dudit décanteur, ledit point d'alimentation définissant alors
5 deux zones dans le décanteur vertical considéré, une zone supérieure située entre le point d'alimentation et la tête du décanteur vertical, et une zone inférieure située entre le point d'alimentation et le fond du décanteur vertical, et

- la première sortie dudit décanteur est située dans la zone supérieure du décanteur vertical considéré, et la deuxième sortie est située dans la zone inférieure du décanteur vertical.

10 15. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, dans lequel ledit au moins décanteur est un décanteur horizontal, dans lequel :

- le point d'alimentation dudit décanteur est situé vers une extrémité du décanteur horizontal considéré,

- la première sortie et la deuxième sortie dudit décanteur sont situées vers l'extrémité
15 opposée au point d'alimentation.