

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 477 561**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 05271**

---

(54) Compositions polyphasées de polyamides et de polyesteramides.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). C 08 L 77/00.

(22) Date de dépôt..... 5 mars 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 37 du 11-9-1981.

---

(71) Déposant : RHONE-POULENC INDUSTRIES, résidant en France.

(72) Invention de : Jean Coquard et Jean Goletto.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Michel Perret, Rhône-Poulenc Industries, Centre de recherches des Carrières,  
service brevets, 69190 Saint-Fons.

COMPOSITIONS POLYPHASEES DE POLYAMIDES ET DE POLYESTERAMIDES

La présente invention concerne des compositions à base de polyamides ayant des propriétés améliorées de résistance au choc, de ductibilité et de cristallisation associées à une très bonne stabilité  
05 thermique.

Les polyamides non modifiés, qui présentent une haute énergie de rupture, sont considérés comme des polymères tenaces. Ils sont par contre généralement assez déficients en ce qui concerne la résistance à la propagation de fissures ce que traduisent une certaine sensibilité  
10 aux entailles et éventuellement des ruptures par fragilisation. Ce défaut de rupture de manière cassante plutôt que ductile limite notablement leurs emplois et leur fiabilité.

L'amélioration de la résistance au choc des polyamides thermoplastiques a été très étudiée et de nombreuses solutions ont été  
15 proposées. Ainsi le brevet britannique 998 439 revendique une composition comprenant un mélange de 50 à 99 % d'un polyamide linéaire et de 1 à 50 % d'un copolymère oléfinique renfermant de 0,1 à 10 moles pour cent de groupements acides, dispersé dans le polyamide sous forme de particules d'un diamètre inférieur à 5 microns.

20 Les brevets USP 3 388 186 et 3 465 059 revendiquent des mélanges de polycaproamide et de copolymères d'oléfinas contenant de 1 à 20 % en moles d'acides (méth)acryliques ou leurs dérivés, greffés par un aminoacide.

Le brevet USP 3 668 274 décrit des mélanges de polyamides  
25 et de 2,5 à 30 % d'un polymère multiphasé à groupements carboxyliques constitué par une première phase élastomérique (50 à 99,9 % d'acrylate d'alkyle et de butadiène) sur laquelle est greffé un copolymère plus rigide renfermant de 1 à 50 % en poids d'un acide carboxylique insaturé.

Le brevet USP 3 845 163 décrit des mélanges de 60 à 80 % en  
30 poids d'un polyamide et de 15 à 40 % en poids d'un copolymère d'oléfine renfermant de 1 à 8 % en mole d'un acide carboxylique  $\alpha$ ,  $\beta$  éthylénique dont au moins 10 % des groupements acides sont neutralisés par des ions métalliques. Le brevet français 2 311 814 revendique de très nombreuses compositions de polyamides à phases multiples présentant une tenacité  
35 améliorée qui sont constituées par des mélanges réalisés à l'état fondu

de 60 à 99 % en poids d'un polyamide et de 1 à 40 % en poids d'au moins une autre phase contenant des particules d'au moins un polymère ayant un module en traction inférieur au 1/10 de celui du polyamide, qui "adhère" au polyamide et dont la taille des particules est comprise entre 0,01 et 05 3 microns. Les polymères utilisables comme phase dispersée sont choisis parmi les polymères thermoplastiques ou élastomères, linéaires ou ramifiés non réticulés appartenant aux familles chimiques suivantes :

- copolymères de monomères insaturés et de molécules génératrices de sites adhérents comme : oxyde de carbone, acides carboxyliques à 10 insaturation éthyléniques en  $\alpha$ ,  $\beta$  ou leurs dérivés, époxydes non saturés, résidus d'une sulfonylazide aromatique substitué par des acides carboxyliques.
- polyuréthanes dérivés de polyestersglycols ou de polyétherglycols
- polymères à mailles polyéther obtenus par réaction de monomères 15 époxydés.

La plupart des additifs polymériques cités dans l'art antérieur présentent une stabilité thermique ou chimique, relativement faible, ce qui limite leur emploi dans le domaine des polyamides conventionnels où les conditions de préparation ou de mise en oeuvre sont 20 très dures. Ainsi les polyuréthanes et polymères à maille polyéther décrits dans le brevet français 2 311 814 ne peuvent valablement être utilisés que dans le cas de matrices présentant des points de fusion inférieurs à 200 - 220°C.

Les très nombreux copolymères d'oléfine et de dérivés 25 acryliques décrits dans l'art antérieur subissent également une décomposition très sensible lorsqu'ils sont mélangés à l'état fondu à des polyamides de haut point de fusion comme par exemple le polyhexaméthylène adipamide.

L'utilisation de polyester amides obtenus au moins 30 partiellement à partir d'acide dimère comme phase renforçante de compositions thermoplastiques à matrice polyamide n'a pas été décrite jusque là. Dans la demande allemande DOS 2 635 226, on trouve revendiqué des encres d'impression sans solvant à base de polyamide et/ou de polyesteramide. Toutefois ces mélanges ont des bas points de fusion et 35 une viscosité à l'état fondu faible. De tels mélanges ont ainsi des

propriétés opposées à celles que nous recherchons et impliquent la mise en oeuvre de moyens différents de ceux que nous préconisons.

Dans la demande française 78/08391, on trouve revendiqué des compositions constituées par un polyamide issu d'acides  $\omega$  - amino  
05 carboxyliques ou de lactames et par un polyétheresteramide statistique obtenu à partir d'acides  $\omega$  - aminocarboxyliques ou de lactames, d'un  $\alpha, \omega$  dihydroxypolytétrahydrofuranne ayant un poids moléculaire de 160 à 3 000 et d'un acide dicarboxylique. Toutefois, de telles  
10 compositions ne présentent pas simultanément une rigidité élevée et une haute résilience. De plus la structure du polyétheresteramide décrit est essentiellement différente de celle des polyesteramides selon l'invention.

Il a maintenant été trouvé des compositions polyphasées à base de polyamides ayant des propriétés améliorées et particulièrement stables à haute température, caractérisées en ce qu'elles sont  
15 constituées d'une phase formant matrice qui est une résine polyamide et d'au moins une autre phase dispersée constituée par un polymère choisi parmi les polyesteramides.

La phase formant matrice a avantageusement une masse moléculaire moyenne en nombre d'au moins 5 000. La ou les phases  
20 dispersées dans la phase matrice se présentent de préférence sous forme de particules ayant une taille comprise entre 0,001 et 200 microns et de préférence entre 0,01 et 10 microns.

On obtient des résultats particulièrement intéressants par emploi de 55 à 99 % en poids de phase matrice et de 1 à 45 % en poids de  
25 phase dispersée.

La ou les phases dispersées sont constituées en tout ou partie par des polymères choisis parmi les polyesteramides. Ces polyesteramides ont avantageusement une teneur en groupement amides inférieure à 20 % et de préférence à 40 % de celle du polyamide formant  
30 matrice.

On préférera les polyesteramides ayant une température de transition vitreuse inférieure à 20°C et de préférence inférieure à 5°C

Par compositions polyphasées, on entend des compositions constituées par au moins deux phases qui tant à l'état solide qu'à l'état  
35 fondu restent différenciées. On distingue la phase principale ou matrice

de la phase ou des phases renforçantes qui sont dispersées dans la matrice.

L'expression "constituées essentiellement par" signifie qu'en plus de la résine polyamide formant matrice et de la ou des phases dispersées, d'autres constituants peuvent être présents dans la composition à condition que les caractéristiques essentielles de ladite composition ne soient pas modifiées de façon notoire par ces constituants.

Par l'expression "au moins une autre phase dispersée sous forme de particules ayant une taille comprise entre 0,01 et 10 microns" on entend qu'au moins une phase dispersée sous forme de particules ayant de 0,01 à 10 microns de dimension maximum à base de polyesteramide répondant à la définition donnée est présente dans la composition. Il peut se trouver en plus une certaine proportion minoritaire d'un ou plusieurs autres polymères sous forme de particules de 0,01 à 10 microns.

L'expression "constitué en tout ou partie par un polymère choisi parmi les polyesteramides..." signifie qu'un ou plusieurs polyesteramides répondant à la définition donnée constituent la phase dispersée qui peut de plus renfermer une certaine proportion d'autre polymère, pour autant que les caractéristiques essentielles de la composition ne sont pas dégradées. Cet autre ou ces autres polymères en proportion minoritaire éventuellement présents dans la phase dispersée en plus de la phase dispersée polyesteramide sont éventuellement constitués par des polymères renforçants tels que ceux décrits dans les brevets cités plus haut dans l'art antérieur.

La résine polyamide formant matrice dans les compositions selon l'invention est une résine bien connue dans l'art antérieur et englobe les résines semi-cristallines et amorphes ayant une masse moléculaire d'au moins 5000 et couramment appelées nylons. Les polyamides utilisables comprennent ceux décrits dans les brevets des E.U.A.

2 071 250 ; 2 071 251 ; 2 130 523 ; 2 130 948 ; 2 241 322 ; 2 312 966 ; 2 512 606 et 3 393 210. La résine polyamide peut être produite par condensation de quantités équimoléculaires d'un acide dicarboxylique saturé contenant de 4 à 12 atomes de carbone avec une diamine, la diamine contenant de 4 à 14 atomes de carbone. On peut utiliser un excès de diamine de manière à obtenir un excès de groupes terminaux amines par

rapport aux groupes terminaux carboxyles dans le polyamide ou un excès de diacide de manière à obtenir un excès de groupes terminaux carboxyles par rapport aux groupes terminaux amines dans le polyamide.

Pour pouvoir contrôler la masse moléculaire des polymères  
05 obtenus, on emploie habituellement un agent limiteur de chaîne. La quantité mise en oeuvre d'un tel agent dépend de la zone de poids moléculaire désirée. Toutefois, on emploie généralement de 0,1 à 2 % en moles par rapport aux sels. Les agents limiteurs de chaîne sont choisis dans le groupe constitué par les acides carboxyliques et les amines  
10 aliphatiques.

Des exemples de polyamides comprennent le polyhexaméthylène adipamide (nylon 6,6), le polyhexaméthylène azélamide (nylon 6,9), le polyhexaméthylène sébacamide (nylon 6,10) et le polyhexaméthylène dodécanamide (Nylon 6,12), les polyamides produits par décyclisation de  
15 lactames, c'est-à-dire le polycaprolactame, le poly-(lactame laurique), le poly(acide 11-amino-undécanoïque), le bis(para-aminocyclohexyl)-méthane dodécanamide. Il est possible aussi d'utiliser dans la présente invention des polyamides préparés par la copolymérisation de deux des polymères ci-dessus ou par la  
20 terpolymérisation des polymères ci-dessus ou de leurs constituants, par exemple un copolymère d'acide adipique, d'acide isophtalique et d'hexaméthylène-diamine. De préférence, les polyamides sont linéaires avec un point de fusion au-dessus de 200°C.

Les polyesteramides constituant la ou les phases  
25 renforçantes dispersées dans la matrice sont des polyesteramides obtenus à partir :

- a) de composés acides constitués par de 1 à 100 % d'acide dimère et de 0 à 99 % d'un autre diacide, ou d'un mélange de diacides ou d'autres réactifs difonctionnels générateurs de fonctions acides ou dérivés de  
30 fonctions acides et pouvant renfermer d'autres fonctions, chimiquement stables dans les conditions de la polymérisation et ayant de préférence un nombre d'atome de carbone inférieur à 13 pour les diacides et inférieur à 25 pour des dérivés difonctionnels.
- b) de diol linéaire ou ramifié ou cyclique à chaîne courte ayant un  
35 nombre d'atome de carbone compris de préférence entre 2 et 8 et/ou de

polydiol comme les polyéthylène glycol ou les polytétrahydrofurannes ayant un poids moléculaire compris de préférence entre 500 et 3 000, c) de diamine ou de mélange de diamine de préférence à chaîne courte, ayant un nombre d'atome de carbone inférieur ou égal à 12, ces diamines 05 pouvant comporter dans leur chaîne un hétéro atome comme par exemple l'oxygène et le soufre.

Par acides dimères on entend des acides gras polymères obtenus par fractionnement d'acides gras polymérisés et contenant en poids plus de 95 % environ de dimères. Par acides gras, on entend les 10 monoacides aliphatiques saturés ou insaturés ayant de 8 à 24 atomes de carbone

Parmi les acides gras saturés linéaires ou ramifiés on peut citer : les acides caprylique, pélargonique, caprique, laurique, myristique, palmitique et isopalmitique, stéarique, arachidique, 15 behénique et lignocérique.

Parmi les acides gras à insaturation éthylénique linéaires ou ramifiés on peut citer : les acides 3-octénoïque, 11-dodécénoïque, laurooléique, myristoléique, palmitoléique, gadoléique, cétoléique, linoléique, linolénique, eicosatétraénoïque et chaulmoogrique. Certains 20 acides à insaturation acétylénique peuvent aussi conduire à des acides polymères, mais ils n'existent pas de façon intéressante à l'état naturel et de ce fait leur intérêt économique est très faible.

Les acides gras polymères obtenus par polymérisation en présence le plus souvent de peroxydes ou d'acides de Lewis peuvent être 25 fractionnés. On peut aussi les hydrogéner pour réduire leur taux d'insaturation et ainsi réduire leur coloration.

Les produits de départ les plus couramment utilisés sont des compositions issues d'acides oléique et linoléique hydrogénés et qui renferment :

- 30            .de 1 à 15 % en poids d'acide monobasique  
             .de 80 à 98 % en poids d'acide dibasique  
             .de 1 à 25 % en poids d'acide tribasique ou au delà.

On utilisera avantageusement selon l'invention des compositions dont la fraction d'acide dimère est supérieure à 95 %. On 35 préférera des acides dimères dont la teneur en acide monofonctionnel est

inférieure à 1 % en poids, dont la teneur en acide de fonctionnalité supérieure à 2 est inférieure à 5 % en poids et de préférence inférieure à 3 % en poids.

Parmi les autres diacides ou composés difonctionnels

- 05 générateurs ou dérivés de fonctions acides et pouvant renfermer d'autres fonctions, on trouve de préférence des composés comme des esters ou les produits de réactions d'ester et de diamine comme par exemple le produit de réaction de l'hexaméthylènediamine et du diméthyltéréphtalate.

Les autres polymères pouvant entrer dans la composition des

- 10 phases dispersées selon l'invention sont d'une manière générale les polymères présentant vis à vis des polyamides utilisés pour la phase dispersée une miscibilité totale ou partielle dans une gamme de température comprise entre 20° et 300°C. Les polymères répondant à cette caractéristique et porteurs de groupements fonctionnels réactifs vis à  
15 vis des polyamides, ou des polyester sont particulièrement intéressants comme agents de réticulation des polyesteramides utilisés comme phase renforçante selon l'invention.

Les compositions selon l'invention peuvent naturellement

- être modifiées par un ou plusieurs additifs tels que des stabilisants et  
20 des inhibiteurs de dégradation par oxydation, par l'ultraviolet ou la lumière, ou par la chaleur ; des lubrifiants et des agents de démoulage, des matières colorantes comprenant les colorants et les pigments, des charges et renforcements fibreux et en particules, des agents de  
nucléation, des plastifiants, etc...

- 25 Les stabilisants peuvent être incorporés dans la composition à un stade quelconque de la préparation de la composition thermoplastique. De préférence, les stabilisants sont inclus assez tôt pour empêcher un début de dégradation avant que la composition puisse être protégée. Ces stabilisants doivent être compatibles avec la  
30 composition.

Les agents de stabilisation à l'oxydation et à la chaleur utiles dans les matières de la présente invention comprennent ceux utilisés généralement dans les polyamides. Ils comprennent, par exemple, jusqu'à 1 % en poids, par rapport au poids du polyamide, d'halogénures de  
35 métaux du groupe I, par exemple de sodium, de potassium, de lithium avec



des halogénures cuivreux, par exemple du chlorure, du bromure, de l'iodure, des phénols stériquement empêchés, des hydroquinones et divers membres substitués de ces groupes et leurs combinaisons.

Les agents de stabilisation à l'ultraviolet, par exemple  
05 dans une proportion allant jusqu'à 2 %, par rapport au poids de polyamide, peuvent aussi être ceux utilisés habituellement avec les polyamides.

Comme exemples, on peut mentionner divers résorcinols substitués, salicylates, benzotriazoles, benzophénones, etc...

10 On peut aussi utiliser des composés antioxydants de type connus comme les amines aromatiques substituées. Un exemple de tel composé est le 4,4'-bis (  $\alpha$ - $\alpha$ '-diméthylbenzyl)diphénylamine.

Des lubrifiants et agents de démoulage utilisables, par exemple dans une proportion allant jusqu'à 10 % par rapport au poids de  
15 la composition, sont l'acide stéarique, l'alcool stéarique, les stéaramides ; des colorants organiques, des pigments, par exemple le bioxyde de titane, le noir de carbone etc... peuvent être utilisés à des taux allant jusqu'à 5 % en poids par exemple.

Les charges et renforts fibreux ou en particules, par  
20 exemple des fibres de carbone, des fibres de verre, de la silice amorphe, de l'amiante, du silicate de calcium, du silicate d'aluminium, du carbonate de magnésium, du kaolin, de la craie, du quartz pulvérisé, du mica, du feldspath, etc... peuvent être présents dans des proportions allant jusqu'à 50 % par rapport au poids de la composition dans la mesure  
25 où les propriétés mécaniques recherchées ne sont pas notoirement dégradées.

Les compositions peuvent aussi contenir des agents nucléants, par exemple du talc, du fluorure de calcium, du phényl phosphinate de sodium, de l'alumine et du polytétrafluoroéthylène  
30 finement divisé, etc... des plastifiants, dans des proportions allant jusqu'à environ 20 % par rapport au poids de la composition, par exemple du phtalate de dioctyle, du phtalate de dibenzyle, du phtalate de butyle et de benzyle, des huiles d'hydrocarbures, du N-n-butylbenzène sulfonamide, de l'ortho et du paratoluène-éthyl sulfonamides, etc...

35 Tout procédé permettant la dispersion d'une phase dans

l'autre peut convenir.

On travaillera avantageusement avec des polymères à l'état fondu dans des conditions de cisaillement qui permettent de disperser dans la matrice polyamide le ou les polymères renforçants en particules  
05 de dimensions comprises entre 0,01 et 10 microns et de préférence entre 0,05 et 5 microns.

Un appareillage de type BUSS ou une extrudeuse à une ou plusieurs vis équipée ou non de système de dégazage peuvent convenir pour réaliser cette dispersion.

10 Les compositions thermoplastiques renforcées peuvent être mises sous la forme de divers articles utiles par des techniques classiques de moulage ou d'extrusion utilisées dans la fabrication d'articles thermoplastiques, comme des pièces moulées, des produits extrudés, par exemple des tubes, des pellicules, des feuilles, des fils  
15 et fibres orientées, des stratifiés et des revêtements de fils métalliques.

Les compositions selon l'invention sont caractérisées par une combinaison remarquable de propriétés, dont les plus importantes sont de remarquables propriétés de tenacité, compte tenu de la quantité du  
20 polymère renforçant présent avec la matrice de polyamide et d'aptitude à la cristallisation.

Un tel ensemble de propriétés et particulièrement l'élasticité même à basse température permet d'envisager de très nombreuses applications en particulier dans les domaines de la mécanique,  
25 de l'aviation, de l'automobile, de l'électronique, de l'outillage.

Les exemples qui vont suivre illustrent les compositions revendiquées selon l'invention.

Dans ces exemples, un certain nombre de contrôles des constituants primaires ou des polyamides sont effectués. De même diverses  
30 propriétés des compositions sont mesurées. On indique ci-dessous les modes opératoires ou normes selon lesquels ces contrôles sont effectués.

#### 1/ Conditionnement des polymères à EH 0

Les éprouvettes moulées sont placées en dessiccateur sur Silicagel et séchées 24 h à température ambiante sous 0,5 à 1 mm de  
35 mercure avant de réaliser les mesures.

2/ Résistance au choc entaillé

La résistance au choc CHARPY entaillé est mesurée selon la recommandation ISO R 179.

05 Les déterminations sont faites sur barreaux moulés ayant les dimensions suivantes  $L = 50 \pm 0,1$  mm -  $l = 6 \pm 0,2$  mm ;  
 $e = 4 \pm 0,2$  mm - longueur de l'entaille  $0,8 \pm 0,1$  épaisseur sous entaille  $2,7 \pm 0,2$  mm.

On opère sur impactomètre ZWICK à 23°C les éprouvettes étant conditionnées à EH 0.

10 Le résultat est exprimé en Joule/cm<sup>2</sup>.

3/ Module en flexion à EH 0 et 23°C

Cette détermination est faite sur éprouvettes de type barreau de 80 x 10 x 4 mm moulées par injection, selon la recommandation ISO R 178.

15 4/ Détermination des groupements terminaux

NH<sub>2</sub> : Dosage potentiométrique automatique de la solution de polymère dans le mélange phénol-eau 90/10 en poids par HCl. Le résultat est donné en équivalents gramme pour 10<sup>6</sup> g de polymère.

20 COOH : Dissolution à chaud sous atmosphère d'azote du polymère dans l'alcool benzylique et dosage acidimétrique sous azote de cette solution chaude par une solution glycolique de potasse en présence de phénolphthaléine. Le résultat est donné en équivalents gramme pour 10<sup>6</sup> g de polymère.

5/ Détermination de la viscosité inhérente

25 Le polymère séché est mis en solution à 0,5 % dans le métacrésol. On mesure le temps d'écoulement de cette solution par rapport à celui du solvant pur. La valeur de la viscosité inhérente est donnée par la formule :

$$\eta_{inh.} = 4,6 (\log. t_1 - \log. t_0)$$

30  $t_1$  = temps d'écoulement de la solution

$t_0$  = temps d'écoulement du solvant

6/ Analyse microcalorimétrique

35 On caractérise les polymères ou les mélanges de polymères par leur viscosité intrinsèque mais aussi par les caractéristiques de fusion et de cristallisation telles que le point de fusion  $T_f$  et le

point de cristallisation au refroidissement  $T_cR$  dont la différence constitue la surfusion  $\Delta$  caractérisant la nucléation. Une autre caractéristique de cristallisation essentiellement liée à la vitesse de croissance des cristallites, réside dans la détermination de  $T_g \alpha$  :

- 05  $\alpha$  étant l'angle formé par l'horizontale de la ligne de base avec la partie initiale du pic de l'exotherme de cristallisation au refroidissement correspondant à des conditions strictes d'observation, l'horizontale de la ligne de base et le pic de l'exotherme de cristallisation étant déterminées sur la courbe obtenue lors de
- 10 l'analyse par microcalorimètre différentielle de l'échantillon étudié.

Ces déterminations sont effectuées sur un échantillon soumis à des variations de températures tant en montée qu'en descente de  $10^\circ\text{C}/\text{mm}$ .

- L'amélioration de la cristallisation des compositions selon
- 15 l'invention peut être évaluée soit par la diminution de  $\Delta$  comparativement au coefficient  $\Delta$  de la matrice polyamide soit encore par l'élévation de  $tg \alpha$  qui caractérise l'accélération de la croissance des cristallites.

#### 7/ Transition vitreuse

- 20 La température de transition vitreuse correspond à la chute brutale du module de cisaillement en fonction de la température. Elle peut être déterminée sur le graphique représentant les variations du module de torsion en fonction de la température, variations mesurées par analyse thermomécanique au pendule de torsion automatique.

- 25 On précise ensuite les caractéristiques de la matrice utilisée dans les exemples ci-après :

#### Polyhexaméthylène adipamide

- |    |                                     |                                  |
|----|-------------------------------------|----------------------------------|
|    | $\eta$ inh.                         | : 1,173 dl/g                     |
|    | groupements terminaux COOH          | : 66,07                          |
| 30 | groupements terminaux $\text{NH}_2$ | : 45,83                          |
|    | résistance au choc entaillé         | : $0,56 \pm 0,05 \text{ J/cm}^2$ |
|    | module en flexion                   | : $240 \pm 20 \text{ Da N/mm}^2$ |
|    | $T_g$ par analyse thermomécanique   | : $55^\circ$                     |
|    | $T_f = 260^\circ\text{C}$           |                                  |
| 35 | $T_cR = 210^\circ\text{C}$          |                                  |

$\Delta$  = 50°C

Tg $\alpha$  = 17

Teneur en groupements amides pour 100g : 0,885

Masse moléculaire moyenne en nombre : 17.900

05 EXEMPLE 1

Préparation de polyesteramide à partir d'acide dimère d'éthylèneglycol et d'hexaméthylène diamine.

On opère dans un autoclave inox de 7,5 l muni d'une agitation de type ancre équipé d'une dynamo tachymétrique.

10 On introduit à température ambiante dans l'autoclave les réactifs suivants :

.dimère d'acide gras ayant un taux de monomère de 0,03 % et un taux de trimère voisin de 3 % (commercialisé sous le nom d'Empol 1010 par Unilever Emery) 892,04 g(1,289 mole)

15 .hexaméthylène diamine pure

cristallisée : 141,23 g(1,217 mole)

La charge de ces réactifs est calculée de façon à préparer un prépolyamide de poids molaire 3 000 à groupements COOH terminaux.

Les réactifs étant introduits à température ambiante on

20 purge soigneusement sous azote puis on porte sous agitation la température de la masse à 270°C en 2 heures. On maintient ensuite 45 mn à 270° puis on ramène à température ambiante.

On introduit alors dans l'autoclave les réactifs suivants :

.acide dimère : 1 915,6 g(3,323 moles)

25 .éthylène glycol : 339,7 g (5,478 moles)

.glycolate de titane : 0,5 g

On purge de nouveau soigneusement sous azote puis on porte sous agitation la température de la masse à 200°C en 1 h 15 pour effectuer la distillation de l'eau. La température est ensuite portée à

30 270°C en 1 h 15. On établit ensuite en 1 h 30 le vide jusqu'à atteindre 0,4 - 0,5 mm de Hg. On polycondense ensuite pendant 1 h 15 à 270°C sous 0,4 - 0,5 mm de Hg.

Le polymère est ensuite soutiré sous pression d'azote et recueilli dans l'eau puis granulé après refroidissement dans l'azote

35 liquide.

Les caractéristiques du produit obtenu sont portées dans le tableau N° 1 ci-après.

### EXEMPLE 2

#### Préparation de polyesteramide à partir d'acide dimère,

05 d'acide sébacique, d'éthylène glycol et d'hexaméthylène diamine (HMD).

On prépare dans un premier temps un polyamide acide dimère - acide sébacique (70/30 P/P) et hexaméthylène diamine dans les conditions nécessaires pour obtenir un poids moléculaire de 2 000 et un polyamide à COOH terminaux.

10 Dans un réacteur Pyrex de 1 litre on introduit à température ambiante les réactifs suivants :

.acide dimère : 319,4 g (0,554 mole)  
 .acide sébacique : 260,2 g (1,288 mole)  
 .HMD pure cristallisée 170 g (1,467 mole)

15 On purge soigneusement sous azote et porte sous agitation la température de la masse à 265° en 2 heures. La masse obtenue est parfaitement homogène. On maintient 1 h 15 à 265°C. Le polymère obtenu est soutiré dans l'eau puis broyé et séché à 100° en étuve sous vide. Les caractéristiques du copolyamide obtenu sont les suivantes :

20 - groupements terminaux - COOH : 982,5  
 - groupements terminaux - NH<sub>2</sub> : 2,8  
 - Pf par ATD : 185°C  
 - Poids molaire d'après groupements terminaux 2070

25 Dans un autoclave inox de 7,5 l on introduit à température ambiante les réactifs suivants :

Prépolyamide préparé

précédemment 522,6 g

Ethylène glycol 307,7 g (4,962 moles)

30 Acide dimère 1 744,5 g (3,026 moles)

Glycolate de titane 0,414 g

On purge soigneusement sous azote, agite et porte la température de la masse à 270°C en 2 h 15. On établit en 1 h 15 le vide jusqu'à atteindre 0,3 mm Hg. L'agitation est maintenue 2 h 30 à 270°C  
 35 sous 0,3 mmHg. Le polymère est ensuite soutiré sous pression d'azote,

recueilli dans l'eau puis granulé après refroidissement à l'azote liquide.

Les caractéristiques du produit obtenu sont portées sur le tableau ci-après.

### EXEMPLE 3

05                    Préparation de polyétheresteramide à partir d'acide dimère, de polytétrahydrofuranne (poly THF), d'acide sébacique et d'éthylène glycol.

Condensation acide dimère - Poly THF de PM 2 000.

Dans un autoclave inox de 7,5 l, on introduit les réactifs

10 suivants :

Acide dimère :                    1 180,7 g (2,048 moles)

Poly THF :                        2 048 g (1,024 mole)

(de marque commerciale TERACOL 2 000)

On purge soigneusement sous azote, agite et amène la

15 température de la masse à 250°C en 2 heures. On établit ensuite le vide en 1 heure jusqu'à atteindre 0,3 mm de Hg. La masse est maintenue 2 h à 250°C sous 0,3 mm de Hg. La masse est ensuite ramenée à température ambiante. Le dosage des COOH réalisé sur le résidu indique 0,0642 COOH/100 g.

20 Dans le même autoclave, on maintient 2 800 g du produit préparé ci-dessus, on ajoute les réactifs suivants :

Polyamide acide dimère - acide sébacique

Hexaméthylène diamine PM 2 000 à COOH terminaux

(identique à celui décrit dans l'exemple

25 précédent)                        650 g (0,06857 COOH)

Ethylène glycol                    154 g (2,4833 moles)

Glycolate de titane                0,945 g

L'appareil est purgé soigneusement sous azote, la

température de la masse est portée à 250°C en 1 h, et maintenue ensuite  
30 1 heure. On établit ensuite en 1 h 15 le vide jusqu'à atteindre 0,3 mmHg. On polycondense 1 h 45 à 250°C sous 0,3 mmHg. Le polymère est soutiré sous pression d'azote refroidi à l'eau puis granulé après passage dans un mélange acétone carboglace. Les caractéristiques du produit obtenu sont indiquées dans le tableau.

EXEMPLE	Viscosité inhérente à 0,5% dans m- crésol à 25°C en dl/g	Caractéristiques ther- miques des endothermes de fusion	Température de ramollis- sement (banc Kofler) °C	Caractéristiques thermomécaniques en torsion au pendule automatique			
				Tg °C	Module en torsion MPa -20°C	Module en torsion MPa 0°C	20°C
1	0,71	non observé	45 - 50	- 50	10	9	9
2	0,84	55°C	50	- 49	8,5	8,3	8
3	1,18	17°C	50 - 60	- 75	40	23	5,5

\* Les caractéristiques thermiques sont déterminées par microcalorimétrie différentielle sous azote avec montée en température de 10°C par mn.

TABLEAU N° 1



EXEMPLES 4 à 6Préparation des compositions

05 Les granulés de polyamide 6.6 sont séchés durant 15 h à 110°C sous 1 à 2 torrs, ceux de polyesteramide durant 48 h à température ambiante sous 1 à 2 torrs, puis mélangés avant extrusion en évitant la reprise d'humidité.

10 Le mélange de granulés est extrudé au moyen d'une boudineuse de marque Thoret ayant un diamètre de vis de 20 mm et une longueur de 400 mm avec une filière ayant un diamètre de 2,5 mm, à une température de 275°C. Le jonc est refroidi par passage dans un bain d'eau puis granulé.

15 Les caractéristiques des compositions obtenues par mélange de 20 % en poids des polyesteramides des exemples 1 à 3 et de 80 % de polyamide 6.6 sont indiquées dans le tableau ci-joint N° 2.

EXEMPLE	Phase renforçante	* Caractéristiques Thermiques	Taille Particule	Caractéristiques mécaniques à 23°C			
	Nature	Teneur %	$\Delta$	sous N <sub>2</sub>	Tg $\alpha$	Module flexion en MPa	Résistance choc Charpy : entaillé en J/cm <sup>2</sup>
4	exemple 1	20	33	54	1 - 5	1820 $\pm$ 60	1,6 - 1,9
5	exemple 2	20	-	-	1 - 5	1800 $\pm$ 50	2,2
6	exemple 3	20	-	-	1 - 5	1800 $\pm$ 50	3,0
Témoïn							
PA 6.6	0	0	50	17	-	2400 $\pm$ 200	0,5

\* Les caractéristiques thermiques sont déterminées par microcalorimétrie différentielle avec des variations de température de 10°C/mm

TABLEAU N° 2

REVENDICATIONS

- 1/ - Compositions polyphasées à base de polyamide ayant des propriétés physiques améliorées caractérisées en ce qu'elles sont constituées essentiellement par 50 à 99 % en poids d'un polyamide et de 1 à 50 % en poids d'au moins un autre polymère constitué en tout ou partie par un polyesteramide incompatible avec le polyamide.
- 2/ - Compositions selon la revendication 1 caractérisées en ce qu'elles sont constituées essentiellement par 55 à 99 % en poids d'une phase formant matrice qui est une résine polyamide de masse moléculaire moyenne en nombre d'au moins 5 000 et de 1 à 45 % en poids d'au moins une autre phase dispersée sous forme de particules ayant une taille comprise entre 0,01 et 10 microns constituée en tout ou partie par un polymère choisi parmi les polyesteramides présentant une teneur en groupements amides inférieure à 40 % de celle de la résine polyamide formant matrice, ayant une température de transition vitreuse inférieure à 5°C.
- 3/- Compositions selon la revendication 1 caractérisées en ce qu'elles sont constituées essentiellement par 70 à 90 % en poids d'une phase formant matrice qui est un polyamide de masse moléculaire moyenne en nombre supérieur à 10 000 et de 10 à 30 % en poids d'au moins une autre phase dispersée sous forme de particules ayant une taille comprise entre 0,05 et 5 microns constituée en tout ou partie par un polyesteramide ayant une température de transition vitreuse inférieure à - 30°C..
- 4/ - Compositions selon la revendication 1 caractérisées en ce que le polyamide formant matrice est un caprolactame ou un polyhexaméthylène adipamide.
- 5/ - Compositions selon la revendication 1 caractérisées en ce que les polyesteramides de la phase dispersée sont des polyesteramides à structure bloc, statistique ou alternée ayant une température de transition vitreuse inférieure à - 30°C obtenus à partir d'une part de réactifs essentiellement difonctionnels ayant au moins une fonction acide carboxylique ou dérivée et dont au moins 1 % en mole est constitué par des diacides ou dérivés ayant de 20 à 60 atomes de carbone et d'autre part, de composés dihydroxylés et de composés diamminés ou d'aminoalcools ou de mélanges de composés diamminés et

d' amino alcools.

- 6/ - Compositions selon la revendication 5 caractérisées en ce que dans les polyesteramides la proportion pondérale en segments esters est comprise entre 20 et 80 % du poids du polyesteramide.
- 05 7/ - Compositions selon la revendication 5 caractérisées en ce que dans les polyesteramides, les diacides ayant de 20 à 60 atomes de carbone sont des dimères d'acides gras.
- 8/ - Compositions selon la revendication 5 caractérisées en ce que dans les polyesteramides les composés dihydroxylés sont essentiellement des polytétraméthylène glycol de poids molaire compris entre 500 et 5 000.
- 10 9/ - Compositions selon la revendication 5 caractérisées en ce que dans les polyesteramides les réactifs difonctionnels ayant au moins un groupement carboxylique ou dérivé sont constitués par un mélange d'acides dimères et de diacides linéaires ayant de 2 à 12 atomes de carbone ou de leurs dérivés.
- 15 10/ - Compositions selon la revendication 9 caractérisées en ce que dans les polyesteramides le composé dihydroxylé est essentiellement constitué par un tétraméthylène glycol.
- 20 11/ - Produits conformés obtenus à partir de compositions selon les revendications 1 à 10.