

Polyamide 6 PA 6

Présentation du polymère

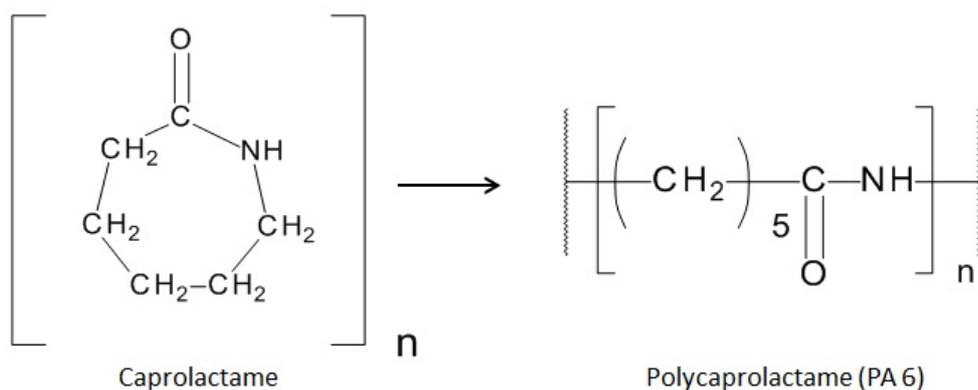
Le polyamide 6, également appelé polycaprolactame, est obtenu par polymérisation du ϵ -caprolactame. C'est un thermoplastique blanc, semi-cristallin. Il est également appelé Nylon 6, cette désignation indiquant une fabrication extrudée.

Il est majoritairement utilisé pour la fabrication de fibres, des pièces d'ingénierie et de films. Le PA 6 trouve une application dans une large gamme de produits nécessitant des matériaux de haute résistance. Il est largement utilisé pour les engrenages, les raccords et les roulements, dans l'industrie automobile pour les pièces sous-jacentes, et en tant que matériau pour les boîtiers d'outils électriques. Il est également utilisé dans la fabrication d'une grande variété de fils, de cordes, de filaments, de filets et de cordons de pneus, ainsi que de bonneterie et de vêtements tricotés.

Numéro CAS	25038-54-4
Famille du polymère	Polyamides
Synonymes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poly (ϵ-caprolactame) ▪ Polycaprolactame

Synthèse

Formule développée n°1



Caractéristiques

Propriétés physico-chimiques

[1-3]

Température de fusion (°C)	220
Température de transition vitreuse (°C)	52

Solubilité

- Acide formique
- Acides organiques
- Alcools fluorés
- Phénols

Stabilité

Le polyamide 6 offre une bonne résistance chimique aux composés suivants :

- Acétone
- Alcool
- Graisses
- Huiles
- Hydrocarbures aliphatiques
- Hydrocarbures aromatiques

Additifs

Classe de l'additif	Nom de l'additif
Charges	Fibres de verre
Charges	Billes de verre
Charges	Graphites
Charges	Bisulfure de molybdène
Charges	Silicates
Charges	Polytétrafluoroéthylène en poudre
Colorants	Tout type de colorants
Retardateur de flamme	Composé à base d'aluminium
Retardateur de flamme	Composé à base de bismuth
Retardateur de flamme	Composé à base de bore
Retardateur de flamme	Composé phosphoré
Divers	Stéarate de zinc
Divers	Stéarate de calcium

Mise en oeuvre

Utilisation des polymères

À la livraison, les polyamides en poudres à mouler ou en granulés sont généralement prêts à l'emploi, avec une teneur en humidité maximale de 0,2%. Si ce n'est pas le cas, il est indispensable de prévoir un séchage préalable pour prévenir tout risque de dégradation lors de la transformation.

Solvants intervenant dans les procédés

Les solvants les plus employés sont l'acide formique (FT-149)¹, l'acide trichloroacétique. Généralement l'emploi des solvants est réservé au collage.

¹ http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_149

Des acides forts comme l'acide formique, des phénols comme le métracrésol (FT-97)² et des solvants chlorés sont également utilisés pour l'analyse en laboratoire. Leur emploi diminue de plus en plus car la profession les remplace par des produits de substitution moins dangereux.

² http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_97

Procédés mis en oeuvre

Procédé	Gamme de température (°C)	Informations complémentaires
Injection-moulage	230-260 °C	Moulage par coulée : ce procédé est utilisé pour fabriquer des pièces massives, avec des résines polyamides polymérisées en masse dans le moule, notamment directement à partir du monomère caprolactame pour le PA 6.
Extrusion	220-260 °C	
Usinage		Ne présente pas de difficulté particulière.
Assemblage		- Par collage : On a recours à des produits spécifiques dont les principaux sont : phénol, m-crésol, alcools lourds, acide formique, solvants chlorés. Certaines colles sont à base de résine phénol-formol, de résorcine-formol, pré-condensées et polymérisées à chaud ; il existe également des colles époxydiques et des colles de polyuréthane. - Par soudage : Possible par friction, par vibrations, par impulsions thermiques et à haute fréquence plus rarement ou par ultra-sons.
Rilsanisation		Au préalable, les surfaces métalliques à revêtir doivent subir une préparation pour enlever les graisses, la rouille, les écailles de laminage, etc. On procède : — par décapage par projection de sable, de corindon ou de grenaille d'acier ; — par traitement chimique, à l'aide de différents produits, tels que : le trichloroéthylène, l'acide sulfurique à 10 %, etc. ;

— parfois, les surfaces métalliques à recouvrir sont revêtues d'une sous-couche avant le trempage ; celle-ci peut contenir des solvants aromatiques ou chlorés.

Le revêtement des pièces métalliques peut être obtenu par différents procédés, à des températures pouvant atteindre 380-400 °C :

- le trempage qui consiste à plonger les pièces préalablement chauffées dans une cuve contenant la poudre en suspension dans l'air ou dans un gaz inerte ;
- la projection au pistolet-chalumeau de la poudre de polyamide à travers une flamme sur la surface métallique préchauffée ;
- la projection au pistolet électrostatique.

Risques

Risques chimiques

[4-6]

Risques spécifiques au polymère

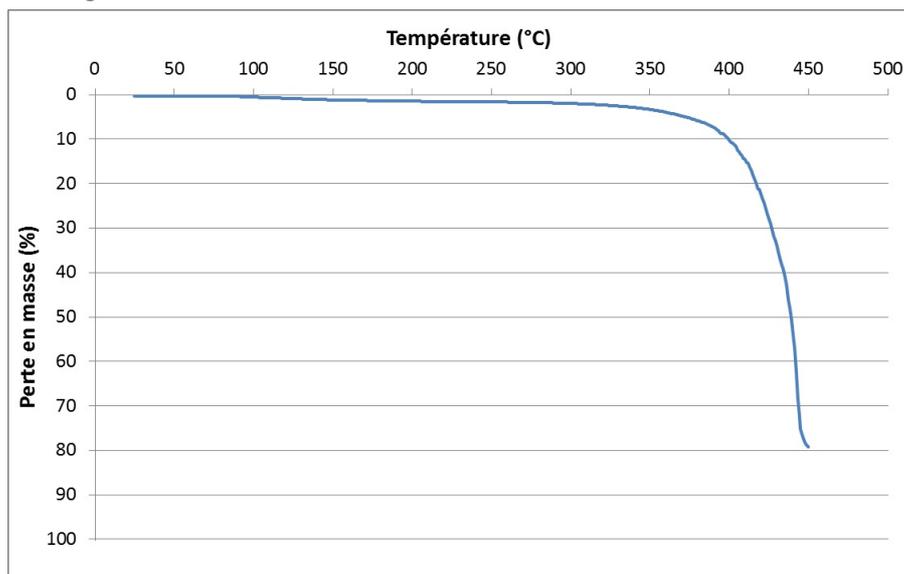
Les polyamides, une fois polymérisés, ne présentent pas de risque particulier à température ambiante à l'exception du danger habituel dû aux poussières inertes lorsque les résines sont manipulées à l'état pulvérulent (au cours de la « rilsanisation » notamment). Le ϵ -caprolactame, qui intervient directement lorsqu'il est polymérisé en masse dans le moule, peut entraîner, à des concentrations assez importantes, des signes nerveux (irritabilité, nervosité...). Ses vapeurs sont irritantes pour les muqueuses oculaires et respiratoires. L'expérimentation animale a permis d'observer des troubles sanguins et hépato-rénaux.

Dégradation thermique : résultats expérimentaux

Protocole de dégradation thermique³

³ http://www.inrs.fr/dms/plastiques/DocumentCompagnonPlastiques/PLASTIQUES_DocCompagnon_6-1/Protocole%20DgtTh%20avril%202019.pdf

Thermogramme



Le polyamide 6 commence à se dégrader à 320°C. Il est faiblement dégradé entre 100 et 320°C où il subit une perte en masse de 2 %.

A 450 °C, il est dégradé à 79 %.

Tableau des produits de dégradation thermique

Famille	220 °C	270 °C	450 °C	Lien Fiche Toxicologique	Lien Méthode METROPOL
Aldéhydes	Acétaldéhyde	Acétaldéhyde	Formaldéhyde (1%), acétaldéhyde (0,5%), acrylaldéhyde	FT-120 FT-7	M-66 M-4
Cétones	Tétrahydropyranone, vinylpyrrolidone		Cyclopentanone	FT-42 FT-235	M-44 M-422 ; M-75 ; M-146
Acides	Acide acétique			FT-24	M-294 ; M-288 ; M-321 ; M-300

Lactames	Caprolactame	Caprolactame	Caprolactame		M-189
Autres	Pyridine		Pyridine	FT-85	

Produits de dégradation décrits dans la bibliographie

Vers 400 °C, température pouvant être atteinte lors de la rilsanisation, la décomposition devient très nette. Les gaz dégagés sont, en plus de ceux précédemment cités :

— de l'ammoniac (FT-16)⁴ et des nitriles (acrylonitrile, acétonitrile, acide cyanhydrique...) toxiques et irritants pour les muqueuses oculaires et respiratoires ;

⁴ http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_16

— de l'oxyde de carbone toxique (FT-47)⁵ ;

⁵ http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_47

— de l'anhydride carbonique (FT-238)⁶.

⁶ http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_238

Risques en cas d'incendie / explosion

[7.8]

Pouvoir calorifique (Kcal/Kg) _____ 9000

Descriptif :

Les polyamides sont le plus souvent peu inflammables. La présence de certains adjuvants (plastifiants) modifie ce comportement au feu dans le sens d'une plus grande inflammabilité.

Risques associés aux additifs

2 additifs :

Fibres de verre :

Danger d'irritation de la peau et des voies respiratoires, notamment au moment de leur incorporation dans les résines.

Composé phosphoré :

Nocifs et irritants pour la peau et les muqueuses.

Bibliographie générale

- 1 | CARREGA M. - Aide mémoire. Matières plastiques. Dunod 2 ed., 2009. 247 p.
- 2 | TROTIGNON JP, VERDU J, DOBRACZYNSKI A, PIPERAUD M. Matières plastiques. Structures propriétés, mise en oeuvre, normalisation. Nathan 2 éd., 2006. 231 p.
- 3 | MERCIER J-P, MARECHAL E. - Chimie des polymères. Synthèse, réactions, dégradations. Presses polytechniques et universitaires romandes, 1996. 466 p.
- 4 | HARRIS RL, BINGHAM E, CORHSEN B, POWELL CH. - Patty's industrial hygiene and toxicology. CD-ROM. John Wiley and Sons, 5e édition, 2005. mult. p.
- 5 | LAFOND D, GARNIER R. - Toxicité des produits de dégradation thermique des matières plastiques. Encyclopédie médico-chirurgicale. Toxicologie, pathologie professionnelle 16-541-C-10 Elsevier Masson, 2008 12p.
- 6 | ARFI C, C. R-L, RENACCO E, PASTOR J. - Gaseous toxic emission from plastic materials during their thermal decomposition. Extrait de : Geosciences and water resources : environmental data modeling. 1997, pp. 125-135.
- 7 | Comportement au feu des matières plastiques. Face au risque. 1988, 241, mars, pp. 33-34.
- 8 | VOVELLE C, DELFAU JL. - Combustion des plastiques. Techniques de l'Ingénieur, AM3170, 2007. 25 p.

Historique