

Acide polylactique PLA

Présentation du polymère

L'acide polylactique (PLA) est un polyester thermoplastique semi-cristallin. Il est produit à partir d'acide lactique, lui-même obtenu par fermentation de sucres alimentaires provenant de la betterave, du maïs, de la canne à sucre... C'est donc un polymère 100 % bio-sourcé. Il peut être biodégradable sous certaines conditions. Il est obtenu soit par auto-estérification de l'acide lactique pour former des oligomères, soit par ROP (Polymérisation par ouverture de cycle) du lactide pour de plus grandes masses molaires. Il possède une rigidité élevée et une très bonne perméabilité à l'eau. En revanche, sa résistance thermique est limitée.

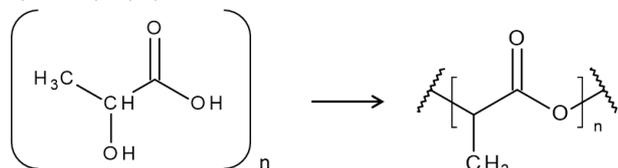
Numéro CAS _____ 26100-51-6

Famille du polymère _____ Polyester aliphatique

Synthèse

Formule développée n°1

Synthèse par polycondensation :

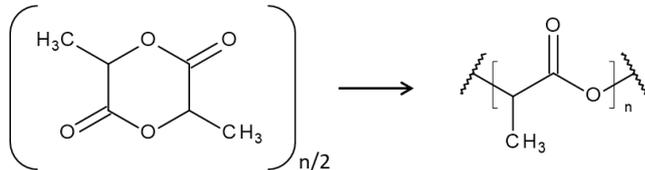


Acide lactique

Acide polylactique

Formule développée n°2

Synthèse par polymérisation par ouverture de cycle du lactide grâce à un catalyseur adapté :



3,6-diméthyl-1,4-dioxane-2,5-dione

Acide polylactique

Caractéristiques

Propriétés physico-chimiques

Température de fusion (°C) _____ 175

Température de transition vitreuse (°C) _____ 60

Solubilité

- Acides organiques
- Alcools
- Bases concentrées

Additifs

Classe de l'additif	Nom de l'additif
Charges	Poudres métalliques
Charges	Farine de bois
Charges	Noir de carbone
Colorants	Pigments organiques
Colorants	Pigments minéraux

Mise en oeuvre

Utilisation des polymères

Le PLA est utilisé dans l'emballage alimentaire, pour les couverts et la vaisselle jetables. Il possède aussi des applications sous forme de fibres pour le textile ou le non tissé (couches-culottes...) où sa perméabilité à l'eau est appréciée. Une application majeure et récente concerne l'impression 3D. Enfin il est utilisé dans le médical pour des fils de suture par exemple puisque facilement résorbable par le corps humain.

Solvants intervenant dans les procédés

Eau

Procédés mis en oeuvre

Avant toute mise en oeuvre, le PLA doit être séché pour éliminer l'eau absorbée qui pourrait entraîner des défauts sur le produit fini ou sa dégradation lors de sa mise en oeuvre.

Procédé	Gamme de température (°C)	Informations complémentaires
Thermoformage	90 à 110	Procédé de fabrication des emballages alimentaires.
Injection	145 à 190	
Injection-soufflage	150 à 180	Procédé utilisé pour la fabrication des sacs ou films plastiques.
Fabrication additive	180 à 220	Procédé par extrusion de matière (fil fondu).
Extrusion	190 à 220	Le PLA est extrudé pour la fabrication des fils pour l'impression 3D. Il peut également être extrudé pour former des fibres.

Risques chimiques

Risques spécifiques liés au polymère

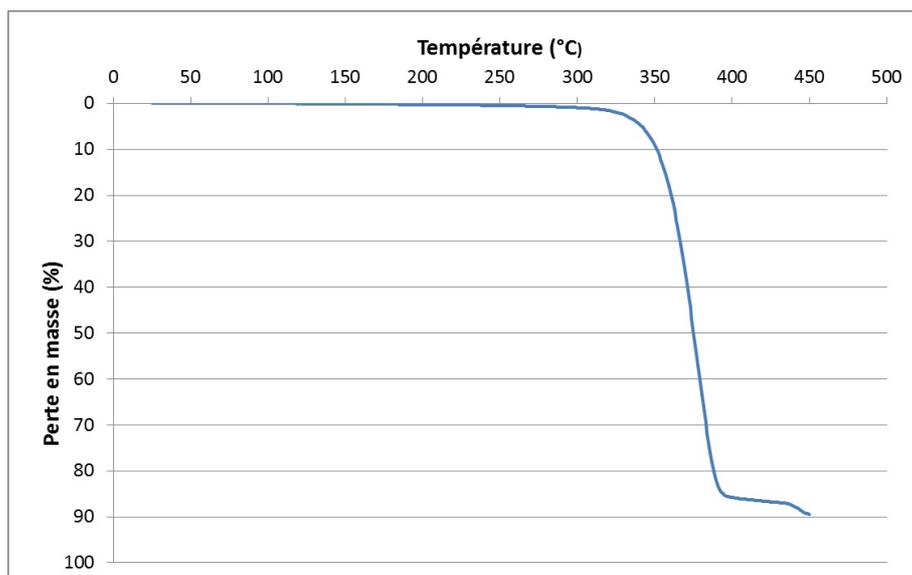
L'acide polylactique ne présente pas de risque toxicologique particulier à température ambiante. S'il est manipulé sous forme pulvérulente, l'inhalation de poussières même inertes, peut entraîner une surcharge pulmonaire. Il convient toutefois de mentionner les monomères de départ qui peuvent être présents en faible quantité dans le PLA. L'acide lactique et le lactide ne figurent pas dans l'annexe VI du règlement CLP. Ils sont cependant auto-classifiés par leurs producteurs comme irritants cutanés et oculaires. Le catalyseur utilisé pour la polymérisation par ouverture de cycle, l'octanoate d'étain est lui auto-classifié comme irritant pour la peau et les yeux et sensibilisant pour la peau. Certains le classent également toxique pour la reproduction de catégorie 2.

Dégradation thermique : résultats expérimentaux

Protocole de dégradation thermique ¹

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

Thermogramme



Le polymère se dégrade à partir de 300 °C.

A 450 °C, il est dégradé à 90 %.

Tableau des produits de dégradation thermique

Famille	250 °C	300 °C	450 °C	Lien Fiche Toxicologique	Lien Méthode METROPOL
Aldéhydes	Acétaldéhyde, 2-Propénal	Acétaldéhyde, Benzaldéhyde	Acétaldéhyde (21%), Formaldéhyde (1,2%), Benzaldéhyde (<0,1%), Propionaldéhyde (<0,1%)	FT-120, FT-7, FT-153	M-66, M-4
Alcools			Méthanol, Ethanol	FT-5, FT-48	M-26, M-38
Cétones			2,3-Pentanedione		
Acides		Acide acétique	Acide acétique, Acide propanoïque, Acide 2-propenoïque	FT-24, FT-233	M-294, M-188, M-321, M-300, M-423, M-297, M-291, M-303, M-327
Hydrocarbures aromatiques			Benzène (<0,1%), Toluène (<0,1%), Styrène (<0,1%), Ethylbenzène (<0,1%)	FT-49, FT-74, FT-2, FT-266	M-243, M-237, M-40, M-240, M-41, M-256, M-239, M-266, M-238, M-265
Autres	Tetrahydrofurane	Tetrahydrofurane	Tetrahydrofurane	FT-42	M-44

Produits de dégradation décrits dans la bibliographie

Un catalyseur est nécessaire à la polymérisation du lactide en acide polylactique. Il s'agit de l'octanoate d'étain qui, lors de la chauffe, peut être présent sous la forme du 2-éthylhexanoate d'étain, produit irritant pour les yeux et la peau.

Risques en cas d'incendie / explosion

Combustible _____ oui

Risques associés aux additifs

Pigments minéraux :

Les pigments minéraux ont en général la même toxicité que le métal qu'ils contiennent.

Farine de bois :

La farine de bois présente les mêmes risques que les poussières de bois. À court terme, elles sont susceptibles de provoquer des irritations ou des allergies de l'appareil respiratoire (rhinite ou asthme). À plus long terme, le dépôt répété de poussières dans les voies respiratoires supérieures peut provoquer un cancer des sinus de la face. Les poussières les plus fines atteignent les bronches et les alvéoles pulmonaires et sont à l'origine de lésions définitives graves comme les fibroses pulmonaires. L'exposition de la peau aux poussières de bois peut également entraîner des eczémas de contact sur les mains, les avant-bras, le visage, les cuisses. Ces poussières peuvent également provoquer des conjonctivites.

Noir de carbone :

Le noir de carbone pénètre dans l'organisme essentiellement par inhalation mais aussi par voies orale et cutanée. Après inhalation, il s'accumule dans le tractus respiratoire et s'élimine lentement par voie digestive. Il est classé comme cancérigène possible pour l'homme (groupe 2B) par le CIRC. Il ne possède pas de classification harmonisée au niveau européen mais est auto-classé comme cancérigène de catégorie 2 par un certain nombre de fournisseurs.

FT-264

Bibliographie générale

- 1 | PENU C, HELOU M - Acide polylactique (PLA) - Mise en oeuvre, AM3317v1, 10 juillet 2017. p.9-10.
- 2 | ARBELLINI J, SEBASTIEN JL, MILLION S - L'acide polylactique : PLA - Propriété physico-chimique, 3 mai 2017.
- 3 | PICHON J-F, GUICHOU C, *aide memoire injection des matieres plastique*, 4^e édition, fiche matière Acide polylactique, page 60.
- 4 | Wojtyła S., Klama P., Baran T. - Is 3D printing safe ? Analysis of the thermal treatment of thermoplastics : ABS, PLA, PET and nylon - Journal of occupational and environmental hygiene, 14 :6 D80-D85.

Historique

Version	Date	Modification(s) faisant l'objet de la nouvelle version
Acide polylactique V-01	Décembre 2023	Création