



Guide pratique - numéro 2

Bioplastiques

**Remar**
Red Energía y Medio Ambiente
Réseau Énergie et Environnement

D'autres guides pratiques...

1. Gestion des déchets
- 2. Bioplastiques**
3. Impacts environnementaux
4. Traitement des pollutions: sols et eaux
5. Eco efficacité industrielle
6. Mobilité durable
7. Bioénergie
8. Energies renouvelables
9. Gestion durable

Édition: Septembre 2011

Édita: Remar, Red de Energía y Medio Ambiente
www.redremar.com

Contenu: Red Remar

Dessin: Red Remar

Mise en page: www.vinaixa.biz

Partenaires



Cofinance



Presentation



Avec les enjeux sociaux, les enjeux environnementaux et énergétiques seront déterminants dans le développement de l'économie de demain. Changement climatique, fin de l'économie pétrole, raréfaction des ressources, impact sur la biodiversité... telle est la nouvelle grille d'analyse que doit utiliser tout décideur qu'il soit public ou privé dans ses décisions à moyen ou long terme.

Dans toutes les régions européennes, les acteurs socio économiques sont donc à la recherche de solutions plus propres et plus sobres pour répondre de manière plus durable à leurs clients ou leurs administrés.

Pour répondre à cette demande de solutions, des acteurs économiques de chaque région exercent leur capacité d'innovation et développent des solutions plus durables, qu'elles soient technologiques ou organisationnelles.

Réunissant 9 partenaires des régions de Navarre, Euskadi, La Rioja et Aquitaine, le projet REMAR avait pour ambition de contribuer à la fois à l'information des acteurs à la recherche de solutions et de promouvoir des coopérations transrégionales pour développer des solutions innovantes dans 9 thématiques environnement et énergie.

Le document que vous avez dans les mains est le fruit du travail des partenaires de REMAR sur une de ces 9 thématiques. Il a pour but de vous faire appréhender les grands enjeux de la thématique et d'illustrer par des exemples issus des différentes régions les solutions possibles.

Je vous en souhaite bonne lecture.

Benoit de Guillebon,
Directeur de l'APESA, Chef de file du projet REMAR

Index

1 Introduction aux bioplastiques	4
2 Types de bioplastiques	7
2.1 Bioplastiques issus totalement ou partiellement de ressources renouvelables	8
2.1.1 Polymères dérivés de l'amidon	
2.1.2 Acide Polylactique (PLA)	
2.1.3 Polyesters issus de monomères obtenus de ressources renouvelables	
2.1.4 Polymères dérivés de la cellulose	
2.1.5 Polyuréthanes (PUR)	
2.1.6 Polyamides (PA)	
2.2 Polymères biodégradables synthétiques (non issus de ressources renouvelables)	17
2.2.1 Polyesters aliphatiques	
2.2.2 Polyesters aliphatiques aromatiques	
2.2.3 Polyestéramides	
2.3 Bioplastiques synthétisés par voie biotechnologique	18
2.3.1 Polyhydroxyalcanoates (PHA)	
3 Situation des bioplastiques en Europe	20
3.1 Marché des bioplastiques en Europe	23
3.2 Principaux fournisseurs de bioplastiques	24
4 Aspects environnementaux des bioplastiques	26
4.1 Bioplastiques et durabilité	27
4.2 Evaluation environnementale des bioplastiques	29
4.3 Options de revalorisation des bioplastiques	29
5 Certification et réglementation	31
5.1 Domaine d'application des essais sous les normes EN 13432 / EN 14995	32
5.2 Certification des produits plastiques compostables	33
5.3 Harmonisation de la certification	34
5.4 Organismes de certification en Europe	34
5.5 Etiquetage	34
6 Législation et réglementation encourageant les bioplastiques	37
6.1 Cadre régulateur	38
6.2 Les opportunités d'une large introduction des bioplastiques sur les marchés	38
6.3 Politiques stratégiques	39
6.4 Législation	39
6.5 Autres législations nationales dans l'espace Européen	40
7 Références	41
8 Acronymes	43
FICHE PRATIQUES	45
A. Réglementation par pays	47
B. Propriétés des matériaux pour sélection	62
C. Applications principales par secteurs	64
D. Applications les plus représentatives par matériau	66

1.

Introduction aux bioplastiques

1. INTRODUCTION AUX BIOPLASTIQUES

La rareté et le renchérissement du pétrole, ainsi qu'un accroissement des réglementations environnementales agissent de façon synergique dans la promotion du développement de nouveaux matériaux et de produits plus compatibles avec l'environnement et indépendants des combustibles fossiles. Dans ce contexte, les bioplastiques s'adaptent parfaitement aux nouveaux besoins et soucis industriels et sociaux.

L'obtention de produits chimiques et de nouveaux matériaux à partir de sources renouvelables n'est pas une idée nouvelle. Toutefois, l'enjeu réside dans le développement de la Technologie nécessaire et dans l'adaptation des produits et des processus aux applications réelles et compétitives qui impliquent une véritable révolution et qui deviennent une réalité sur le marché.

Les bioplastiques constituent, aujourd'hui, un domaine de plus en plus intéressant pour divers secteurs industriels (emballage, automobile, alimentation, secteur électrique-électronique, construction, médecine, textile, etc.). Cet intérêt est étroitement lié à la tendance largement répandue et globale de substitution des matériaux issus des ressources fossiles par d'autres provenant de ressources renouvelables et durables. Cependant, l'application est précisément la raison qui incite les définitions et les types de bioplastiques connus.

Les bioplastiques ne constituent pas une seule catégorie de polymères mais une famille de matières aux propriétés et fourchettes d'applications diverses. D'une façon générale, l'Association Européenne des Bioplastiques (European Bioplastics), classe ces matériaux en deux catégories principales:

- Les dénommés plastiques issus de biomasse (de ressources renouvelables).
- Les polymères biodégradables qui satisfont aux critères scientifiques recueillis dans les normes de biodégradabilité et compostabilité qui sont au niveau européen EN 13432 et EN 14995, ISO 17088 ou ASTM D-6400.

Dans la fabrication de ces deux types de matériaux, il existe un haut pourcentage de ressources renouvelables. Cependant, les plastiques du premier groupe ne sont pas nécessairement biodégradables tandis que les matériaux répondant aux réglementations de biodégradabilité et compostabilité peuvent être obtenus par des processus biochimiques à partir de ressources fossiles.

Les polymères du premier groupe ne doivent pas être nécessairement biodégradables ou compostables, même si la plupart le sont. Ceux du deuxième groupe ne seront pas forcément à base de matières premières renouvelables pour répondre aux critères de la norme EN 13432. En effet, certains polymères à base de monomères issus de l'industrie pétrochimique sont certifiés biodégradables ou compostables, car la biodégradabilité est plus directement rattachée à la structure chimique qu'à l'origine des matières premières.

Tous les polymères naturels à base de carbone comme l'amidon, la cellulose, la lignine, etc. et les monomères sont, en principe, biodégradables. Cependant, les plastiques à base de monomères issus de sources de matières premières renouvelables peuvent perdre la biodégradabilité par une modification chimique telle que la polymérisation.

Ainsi, il faut tenir compte de l'exigence d'additifs ou de modifiants, qui peuvent être d'origine synthétique, des propres formulations de bioplastiques pour leur traitement, ce qui implique qu'il n'est pas toujours et dans tous les cas, possible de fabriquer des bioplastiques 100% à base de matières premières renouvelables.

En ce qui concerne les méthodes de production commerciale, les bioplastiques peuvent être traités à l'aide des technologies appliquées aux plastiques conventionnels telles que l'extrusion, l'injection, le soufflage ou le thermoformage. Toutefois, même si chaque famille de matériaux présente ses propres particularités, ces derniers ont tous en commun la tendance à s'hydrolyser, une résistance thermique limitée et les basses températures de processus. Ce sont des aspects importants lors du traitement de ces matériaux afin d'éviter l'altération de la cinétique de leur dégradation, dès les étapes de fabrication.

D'autres sources classent plus spécifiquement les bioplastiques en 3 groupes, selon:

Groupe 1: Bioplastiques provenant de ressources renouvelables. Il comprend les bioplastiques dont les monomères sont issus de la biomasse (amidon et cellulose) et ceux dont les monomères sont produits par fermentation de ressources renouvelables, bien que le processus de polymérisation postérieure soit effectué par voie chimique conventionnelle.

Groupe 2: Bioplastiques synthétisés par voie biotechnologique. Il existe deux voies biotechnologiques pour la production de bioplastiques. La première consiste en l'obtention biotechnologique des monomères et la polymérisation postérieure par voie chimique. Une autre voie, est la synthèse intégrale des bioplastiques à l'aide de procédures biotechnologiques, essentiellement par fermentation microbienne, bien que d'autres technologies basées sur l'utilisation de plantes génétiquement modifiées soient envisagées à plus long terme. Un exemple sont les Polyhydroxyalcanoates (PHA).

Groupe 3: Polymères biodégradables synthétiques. Ils proviennent de la polymérisation de monomères obtenus de ressources fossiles. De par leur structure, ils sont biodégradables selon la norme EN 13432 pour biodégradabilité et compostage d'emballage. Un exemple de ce type de matériaux est constitué par les Polyesters aliphatiques et aliphatiques - aromatiques, l'Alcool Polyvinylique et les polyestéramides.

Cependant, les classements plus « stricts » classent les bioplastiques en fonction, uniquement, de leur provenance, soit à partir de ressources fossiles (dérivés du pétrole) soit de matières premières naturelles, étant alors dénommés biopolymères. Des bioplastiques du Groupe 2 seraient alors inclus dans cette dernière catégorie (par exemple, les Polyhydroxyalcanoates (PHAS)).

Le graphique suivant (Figure1) montre le classement des bioplastiques en fonction de leur origine, les plus importants au niveau commercial sont entourés d'un cercle.

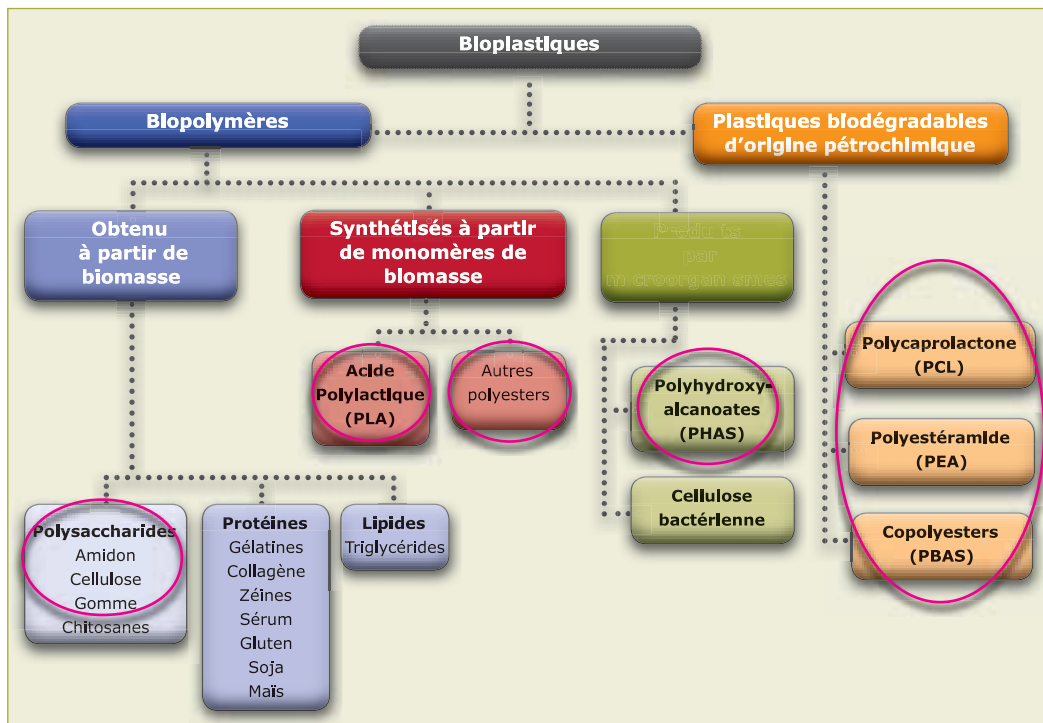


Figure 1: Classement des bioplastiques selon leur origine

2.

Types de bioplastiques

2.1 BIOPLASTIQUES ISSUS TOTALEMENT OU PARTIELLEMENT DE RESSOURCES RENOUVELABLES

Sur la figure 2 ci-dessous, les 7 principaux groupes de bioplastiques qui sont inclus dans le classement précédent dans les groupes 1 et 2 sont énumérés:

Figure 2: Type de bioplastiques de ressources renouvelables

N°	Type de bioplastique	Type de polymère	Structure ou méthode d'obtention
1	Polymère à base d'amidon	Polysaccharides Groupe 1	Obtenus par modification de polymère naturel
2	Acide Polylactique (PLA)	Polyester Groupe 1	Obtenu par polymérisation chimique du monomère d'acide lactique (LA)
3	Polyesters obtenus à partir d'autres précurseurs: Polytriméthylène téréphtalate (PTT) Polybutylène téréphtalate (PBT) Polybutylène succinate (PBS)	Polyester Groupe 1 ou Groupe 3 si à base de ressources pétrochimiques	1,3 propanédiol obtenu par fermentation + acide Téréphtalique (origine pétrochimique) 1,4 butanodiol obtenu par fermentation + acide Téréphtalique (origine pétrochimique) Acide Succinate obtenu par fermentation + acide Téréphtalique (origine pétrochimique)
4	Polyhydroxyalcanoates (PHAS): PHB, PHV et copolymères	Polyester Groupe 2	Polymère obtenu directement par fermentation ou récoltes génétiquement modifiées
5	Polyuréthanes (PUR)	Polyuréthane Groupe 2	Polyol obtenu par fermentation ou modification chimique d'huiles naturelles + isocyanate pétrochimique
6	Nylon 6 Nylon 66 Nylon 69	Polyamides Groupe 1	Caprolactame obtenu par fermentation Acide adipique obtenu par fermentation Monomère obtenu par transformation chimique de l'acide oléique
7	Polymères de cellulose	Polysaccharides Groupe 1 / Groupe 2	Modification polymère naturel ou voie de fermentation bactérienne

Outre les précédents, il existe d'autres polymères à base de ressources renouvelables peu présents sur le marché d'un intérêt potentiel, tels que:

- Lignine, pectine, chitine, chitosane ou hémicellulose (de type polysaccharide).
- Protéines d'origine végétale et animale: Gluten, zéine, caséine, collagène, gélatine et sérum (groupe des protéines).
- Triglycérides.

Certains des biopolymères précédents ont un intérêt potentiel comme additifs de type naturel à capacité antioxydante ou antimicrobienne comme dans le cas du chitosane.

En général, le degré de développement et de commercialisation des principaux bioplastiques à base de ressources renouvelables se trouve à différents stades comme le montre la figure suivante, compte tenu de la position vers la droite dans chaque groupe qui indique une plus grande

production par rapport aux autres polymères.

Figure 3: Degré de commercialisation de différents bioplastiques

En cours de recherche	Commerciaux à moindre échelle ou échelle pilote	Commerciaux à grande échelle	Technologie mûre
Polyamide 66		PUR → Amidon et dérivés →	Dérivés de cellulose
Polyamide 6	PHBHx	PLA	
Polyamide 69	PHBV		
PBS, PBSA	→ PHB		
PBT	PTT		
→			Degré de commercialisation

Source: Fraunhofer Institute, 2007

Ci-après, les principaux bioplastiques issus de ressources renouvelables sont décrits, ainsi que leurs potentiels d'application.

2.1.1 POLYMERES DERIVES DE L'AMIDON

Les polymères dérivés de l'amidon sont des matériaux thermoplastiques résultants du traitement de l'amidon naturel par des moyens chimiques, thermiques ou mécaniques. De même, il est possible de faire un copolymère avec d'autres biopolymères et d'obtenir des copolymères aussi flexibles que le polyéthylène ou aussi rigides que le polystyrène.

L'amidon est un polysaccharide abondant, peu coûteux, renouvelable et entièrement biodégradable qui se trouve dans les plantes.

L'amidon commercial est obtenu des semences de céréales: maïs, blé, divers types de riz, etc., et de certaines racines et tubercules tels que la pomme de terre. Le plus utilisé dans la production de bioplastiques est l'amidon de maïs.

Technologies de traitement

Les polymères d'amidon peuvent être traités par:

- Soufflage de film.
- Extrusion.
- Thermoformage.
- Injection.
- Recouvrement par extrusion de fibres et tissus.

Propriétés mécaniques, chimiques et physiques

Leur densité (1.2-1.35 g/cm³) est supérieure à celle de la plupart des polymères thermoplastiques conventionnels et offrent une basse résistance aux dissolvants et huiles bien que cet aspect puisse s'améliorer par des mélanges avec, par exemple, PCL (Polycaprolactone). Actuellement, il existe aussi des mélanges à d'autres biopolymères tels que le PLA et d'autres polymères conventionnels, constituant des résines hybrides d'amidon. L'amidon est très sensible à l'humidité et au contact avec l'eau, ce qui limite l'éventail de ses applications. En revanche, par sa structure polysaccharide, il possède des propriétés modérées de perméabilité à l'oxygène.

Propriétés de biodégradabilité

L'amidon est 100% biodégradable selon la réglementation EN13432, cependant, certains copolymères, à un haut niveau de substitution, peuvent affecter négativement la biodégradabilité par des interactions amidon - polyester qui se produisent au niveau moléculaire.

Potentiel de substitution à d'autres polymères conventionnels

L'Amidon possède un potentiel de substitution partiel aux matières suivantes	PEAD
	PEBD
	PP
	PS
	PUR
Echelle de potentialité: non substitués/substitution partielle /substitution totale La potentialité de substitution est théorique et ne prend pas en compte des aspects comme le prix du matériau	

2.1.2 ACIDE POLYLACTIQUE (PLA)

L'Acide Polylactique (PLA) est un polyester aliphatique dérivé à 100% de matières premières renouvelables, qui est produit à partir d'acide lactique par un processus de polymérisation chimique.

L'acide lactique se produit par fermentation anaérobie de substrats qui contiennent du carbone, qu'ils soient purs (glucose, lactose, etc.) ou impurs (amidon, mélasses, etc.) avec des microorganismes, des bactéries et certains champignons. Ainsi, sa structure présente un carbone asymétrique, par conséquent, il existe deux stéréoisomères, D ou L, L étant obtenu de façon naturelle. La sélection de la bactérie utilisée influe sur l'obtention d'un ratio plus ou moins grand d'isomères D (+) ou L (-).

Différents processus ont été développés pour l'obtention de PLA, mais les plus intéressants sont ceux qui permettent d'obtenir un polymère de haut poids moléculaire. Ainsi, MITSUBISHI TOATSU CHEMICALS a breveté un processus permettant l'obtention de PLA de haut poids moléculaire. CARGILL et DOW LLC ont développé et breveté un processus continu et à bas coût produisant également du PLA de haut poids moléculaire ($>10^5$).

Technologies de Transformation

Le PLA peut être traité avec de légères modifications sur les machines conventionnelles de traitement des thermoplastiques. Les principales techniques employées dans le développement d'applications sont:

- Thermoformage.
- Injection.
- Soufflage.
- Extrusion de film.
- Extrusion de fibre par "melt spinning" pour applications de toiles non tissées.

Les applications de film de grande valeur ajoutée et les emballages rigides par thermoformage sont à souligner.

Toutefois, une bonne maîtrise du séchage du matériau est indispensable pour éviter les dégradations en processus.

Propriétés mécaniques, chimiques et physiques

Les propriétés du PLA sont rattachées à la proportion de ses deux stéréoisomères, D et L. Du point de vue commercial, il est possible de trouver des degrés de PLA optiquement purs (100% L) qui donnent des degrés de cristallinité élevés (45-70%), mais, d'autres degrés de PLA sont également commercialisés, constitués de mélanges de ses isomères et qui sont simplement amorphes.

Les degrés amorphes de PLA sont transparents, bien que les propriétés optiques soient sensibles à l'additivation, même en petits pourcentages. Leurs propriétés mécaniques sont bonnes par rapport à d'autres biopolymères mais présentent, toutefois, une basse résistance à l'impact. La dureté, la rigidité, la résistance à l'impact et l'élasticité, des propriétés importantes dans les applications pour bouteilles de boissons, sont similaires à celles du PET, bien que la moindre stabilité thermomécanique en contact avec l'eau donne une durée de vie utile plus courte des bouteilles conditionnées en PLA. De même, les propriétés citées précédemment et le haut module de flexion et transparence le rendent comparable à d'autres matériaux tels que la cellophane.

Sa température de ramollissement est basse ($\sim 50-60^\circ\text{C}$), variable selon le degré et il se dé-

grade rapidement au-dessus de cette température en conditions de grande humidité, ce qui pose des problèmes lors des applications de stockage de produits et de l'utilisation en automobiles.

Il offre de bonnes propriétés barrière contre les odeurs et les saveurs. De même, il est hautement résistant aux graisses et aux huiles. Par sa structure linéaire aliphatique, le PLA possède une bonne résistance aux rayons UV, par rapport aux polymères aromatiques.

Afin d'améliorer ses propriétés et qu'il puisse concurrencer les plastiques souples d'usage courant, le PLA peut être modifié avec des agents plastifiants ou en le mélangeant à d'autres polymères.

Propriétés de biodégradabilité

Le PLA est résistant à l'attaque de microorganismes dans les sols ou dans les boues, à température ambiante. Le polymère doit d'abord être hydrolysé à des températures supérieures à 58°C pour réduire le poids moléculaire avant que la biodégradation ne commence. Par conséquent, il n'est pas compostable en conditions typiques. En conditions normales d'utilisation et de stockage, c'est un plastique assez stable.

Potentiel de substitution à d'autres polymères conventionnels

<p>PLA (Natureworks/Hycail) a un potentiel de substitution partielle aux matériaux suivants</p>	PEAD
	PEBD
	PP
	PS
	PUR
	PA
	PET
	PBT
	ABS, HIPS, PMMA
<p>Echelle de potentialité: non substitut/substitution partielle /substitution totale La potentialité de substitution est théorique et ne prend pas en compte des aspects comme le prix du matériau</p>	

2.1.3 POLYESTERS ISSUS DE MONOMERES OBTENUS DE RESSOURCES RENOUVELABLES

Certains polyesters peuvent se produire à partir de ressources renouvelables. Ces polyesters sont fabriqués à partir d'un diol et un ou plusieurs acides dicarboxyliques. Les diols utilisés sont le 1,3-propanédiol (PDO) ou le 1,4-butanodiol (BDO) qui sont, dans ce cas, basés sur les ressources renouvelables. Le diacide peut également être à base de ressources renouvelables (acide succinique ou adipique) ou provenir de l'industrie pétrochimique (acide téréphtalique ou téréphtalate de diméthyle (DMT)).

La figure suivante résume les principaux polymères de ce groupe de matériaux.

Figure 4: Principaux polyesters d'origine renouvelable

Polymère	Monomères de ressources renouvelables		Monomères Pétrochimiques
PTT	PDO		PTA/DMT
PBT	BDO		PTA/DMT
PBS	BDO	Acide Succinique	
PBSA (*)	BDO	Acide Succinique/Ac. Adipique	
PBST	BDO	Acide Succinique	PTA/DMT
PBAT	BDO	Acide Adipique	PTA/DMT

Les sigles font référence aux matériaux suivants:

- PTT: Polytriméthylène Téréphtalate
- PBT: Polybutylène Téréphtalate
- PBS: Polybutylène Succinate
- PBAS: Polybutylène Adipate Succinate
- PBST: Polybutylène Succinate Téréphtalate
- PBAT: Polybutylène Adipate Téréphtalate
- PDP: Propanédiol
- BDO: Butanodiol
- PTA: Acide Téréphtalique
- DMT: Diméthyl Téréphtalate

Il est important de souligner que du point de vue commercial, dans les polyesters d'origine partiellement renouvelable, les 3 types signalés en gras et dont les principales caractéristiques sont résumées ci-après sont les plus intéressants. Cependant, le reste des polyesters a une utilisation importante comme modificateur de la processabilité et certaines propriétés en mélanges avec l'amidon et le PLA.

PTT (Polytriméthylène Téréphtalate)

Il s'agit d'un polyester aromatique linéaire produit par la polycondensation du PDO avec le DMT. Traditionnellement, le diol et le diacide utilisés pour sa fabrication proviennent de l'industrie pétrochimique, mais en 2004 DuPont a conclu un accord avec TATE & LYLE pour produire le 1,3 propanédiol, par fermentation de maïs.

L'obtention de PDO par fermentation comprend deux phases: la fermentation de glucose à glycérol par des levures et la fermentation de ce glycérol à PDO par des bactéries. Le PTT peut se produire par transestérification de DMT avec PDO, ou par estérification de l'acide téréphtalique purifié avec PDO. Le processus de polymérisation peut être continu, similaire à celui de production de PET.

Propriétés générales

Le PTT combine la rigidité, la résistance mécanique et la résistance à la température du PET, mais possède une meilleure processabilité, car les températures exigées en moule sont plus bas-

ses et la cristallisation est plus rapide pour le PET. Le PTT se colore facilement, c'est pourquoi, il est utilisé en application de fibres. D'autres propriétés intéressantes pour cette application sont:

- Ne génère pas de charge statique.
- Température de transition vitreuse: (45-75°C).
- Bonne résistance à l'UV.

Potentiel de substitution à d'autres polymères conventionnels

PTT a un potentiel de substitution partielle aux matériaux suivants	PBT
	PC
PTT a un potentiel de substitution totale aux matériaux suivants	PA
	PS
	PET
Echelle de potentialité: non substitut/substitution partielle/substitution totale La potentialité de substitution est théorique et ne prend pas en compte des aspects tels que le prix du matériau	

Applications principales:

Fibres (textiles) et films d'emballage.

PBT (Polybutylène Téréphtalate)

C'est un polyester aromatique linéaire produit par la transestérification et la polycondensation du DMT avec 1,4-butanodiol. Il peut se produire à partir de monomères à base de ressources naturelles; cependant, malgré les nombreuses études réalisées, il n'existe pas encore de processus économiquement viables de synthèse de BDO à partir de ces derniers.

Les processus conventionnels pour synthétiser le BDO utilisent des matières premières pétrochimiques.

Propriétés générales

Le PBT est un polyester semi cristallin, similaire dans sa composition et propriétés au PET et au PTT. La cristallinité lui confère une bonne résistance thermomécanique et chimique. Ces propriétés sont quelque peu inférieures à celles du PET, c'est un matériau plus mou, mais sa résistance à l'impact est supérieure et la résistance chimique similaire.

Potentiel de substitution à d'autres polymères conventionnels

PBT a un potentiel de substitution partielle aux matériaux suivants	PBT conventionnel
	PC (plus grande potentialité que le PTT)
	PA
	PET
Echelle de potentialité: non substitut/substitution partielle /substitution totale La potentialité de substitution est théorique et ne prend pas en compte des aspects tels que le prix du matériau	

PBS (Polybutylène Succinate)

C'est un polyester aliphatique biodégradable aux propriétés similaires au PET. Le PBS se produit normalement par polymérisation par condensation d'acide succinique et de BDO. L'acide succinique peut également se produire par fermentation à partir de carbohydrates.

Propriétés générales

Il possède une densité similaire au PLA (1.25), tandis que son point de fusion est beaucoup plus haut que celui du PLA bien qu'inférieur à celui du PHBV et une température de transition très basse. Ses propriétés mécaniques sont excellentes et il peut être traité moyennant des techniques conventionnelles à l'aide d'équipement pour polyoléfines dans l'intervalle de température de 160-200°C. Ainsi, il possède de bonnes propriétés mécaniques et de processabilité. Sa stabilité thermique est proche de celle d'autres polyesters aliphatiques (200°C).

Processabilité

Il est processable en équipements conventionnels pour polyoléfines dans un intervalle de 160-200°C. Il peut être traité par:

- Injection.
- Moulage par soufflage.
- Extrusion.

Potentiel de substitution à d'autres polymères conventionnels

PBS a un potentiel de substitution partielle aux matériaux suivants	PBT conventionnel
	PP
	PE (dans certaines applications)
	PLA
Echelle de potentialité: non substitut /substitution partielle /substitution totale La potentialité de substitution est théorique et ne prend pas en compte des aspects tels que le prix du matériau	

2.1.4 POLYMERES DERIVES DE LA CELLULOSE

Les polymères à base de cellulose sont produits par modification chimique de la cellulose naturelle. Les principaux représentants sont:

- Cellophane.
- Acétate de cellulose.
- Ester de cellulose.
- Cellulose régénérée (fibres).
- Autres matériaux composés dérivés de la cellulose.
- Cellulose Bactérienne.

Les fibres de coton et de bois sont les principales matières premières pour la production industrielle de cellulose. Dans le coton, la cellulose est disponible sous sa forme pratiquement pure; en revanche, dans le bois, elle est présente avec de la lignine et d'autres polysaccharides (hémicelluloses) dont il faut l'isoler et la purifier. Hormis les plantes, certaines bactéries, algues et champignons produisent de la cellulose.

La cellulose est un polysaccharide complexe à morphologie cristalline, un hexose qui par hydrolyse produit du glucose bien que plus résistant à l'hydrolyse que l'amidon.

Les polymères de cellulose du point de vue du marché, sont considérés comme des technologies mûres depuis des décennies, à l'exception du cas de la cellulose bactérienne produite à partir de fermentation de sucres au moyen des bactéries du vinaigre. Il s'agit d'un type de cellulose plus pure qui a été obtenue de ressources végétales car elles ne contiennent ni hémicellulose ni lignine. Cependant, le poids moléculaire est plus bas que dans la cellulose obtenue de ressources végétales. La potentialité est pourtant intéressante en raison des propriétés mécaniques, acoustiques et biocompatibles.

2.1.5 POLYURETHANES (PUR)

Les PUR sont fabriqués par la réaction d'un polyol et d'un isocyanate. Alors que l'isocyanate a toujours une origine pétrochimique, pour certaines applications, le polyol peut provenir de ressources renouvelables. Ainsi, des polyols peuvent être obtenus à partir d'huiles végétales comme le ricin, le colza, le soja et le tournesol. De même les polyol-polyesters peuvent provenir de matières premières renouvelables. Les PUR à base de polyols naturels ont un prix très supérieur à celui des PUR conventionnels, de plus, dans le cas de certains produits commerciaux, seule la substitution partielle du polyol est recommandée. Cependant, certaines applications au niveau de recouvrements en bois, offrent de bonnes perspectives en ce que les produits obtenus offrent une synergie des propriétés d'un PUR conventionnel de base polyester et un autre de base polyéther.

2.1.6 POLYAMIDES (PA)

Il existe des voies de production de polyamides pour lesquelles des composés intermédiaires sont utilisés, produits à partir de ressources renouvelables, notamment, pour le nylon 66, nylon 69 et nylon 6. Cependant, ces Technologies ne sont pas encore utilisées commercialement en raison des coûts élevés de production des composés intermédiaires à partir de ressources renouvelables par rapport à l'obtention à partir de produits pétrochimiques.

Le polyamide 66 est fabriqué par polycondensation d'hexaméthylènediamine avec de l'acide adipique. L'acide adipique est normalement synthétisé à partir de benzène mais il peut également

être synthétisé par voie biotechnologique à partir de glucose.

Le polyamide 6 se fabrique par polycondensation d'hexaméthylènediamine avec de l'acide nonano diïque (azélaïque), qui à son tour est obtenu par synthèse chimique à partir de l'acide oléique qui se trouve dans la plupart des graisses animales et végétales.

Le polyamide 6 se produit par polymérisation par ouverture de cycle de caprolactame, qui peut s'obtenir par fermentation de glucose et d'autres sucres fermentables.

2.2 POLYMERES BIODEGRADABLES SYNTHETIQUES (NON ISSUS DE RESSOURCES RENOUVELABLES)

Dans cette catégorie, les polyesters sont ceux qui offrent davantage de possibilités de se biodégrader en raison de leur tendance à s'hydrolyser. Du point de vue structurel, les polyesters se divisent en deux catégories principales: aliphatiques et aromatiques.

Les polyesters aliphatiques, tels que le polycaprolactone (PCL) ou le polyadipate de butylène (PBA), sont biodégradables. Cependant, leurs points de fusion autour de 60° C les exclut de nombreuses applications. En revanche, les polyesters aromatiques plus courants, comme le polytéréphtalate d'éthylène glycol (PET) et le polytéréphtalate de butylène glycol (PBT), présentent des points de fusion élevés mais ne sont pas biodégradables.

2.2.1 POLYESTERS ALIPHATIQUES

PBS (Polybutylène Succinate) y PBSA (Polybutylène Adipate Succinate)

Ils sont obtenus par combinaison de diols (1,2-éthanodiol ou 1,3-propanédiol ou 1,4-butano-diol, avec des acides dicarboxyliques (acides adipique, sébacique ou succinique). Les propriétés de ces copolyesters dépendent de leur structure, comme par exemple la combinaison de diols et de diacides utilisée.

Polycaprolactone (PCL)

Le PCL est un autre polyester aliphatique produit par polymérisation par ouverture de cycle de ϵ -caprolactone. Il s'agit d'un polymère cristallin au point de fusion de 58-60°C, température de transition vitreuse de - 60°C, basse viscosité, facile processabilité et bioabsorbable.

Poly (acide glycolique) (PGA)

C'est le polyester aliphatique linéaire le plus simple. Le PGA est très cristallin (45-55% de cristallinité), il possède un haut point de fusion (220-225°C) et une température de transition vitreuse de 35-40°C.

2.2.2 POLIYESTERS ALIPHATIQUES AROMATIQUES

Habituellement ce sont des copolyesters d'acide téréphtalique, acide adipique et 1,4-butano-diol à teneurs variables en acide téréphtalique pour lesquels chaque fabricant a sa propre formule et marque enregistrée et qui présentent des caractéristiques et propriétés différentes.

2.2.3 POLIYESTERAMIDES

Pour la synthèse de ces biopolymères, il a été utilisé comme matériau de départ du PCL et différents nylons commerciaux, obtenant:

- Polydepsipeptides.
- Polyestéramides à base de nylon et polyesters commerciaux.
- Polyestéramides dérivés de carbohydrates.
- Polyestéramides dérivés de α -aminoacides.

2.3 BIOPLASTIQUES SYNTHETISES PAR VOIE BIOTECHNOLOGIQUE

Dans cette rubrique, seuls les principaux polymères à base technologique sont résumés. A cet égard, tous les organismes vivants sont capables de synthétiser une énorme variété de polymères pouvant être classés en huit catégories principales, mais en raison de leur structure et propriétés, dans la plupart des cas, ils ne peuvent être classés comme des Bioplastiques. Le plus représentatif parmi eux, est:

2.3.1 POLYHYDROXYALCANOATES (PHA)

Les PHA sont des polyesters synthétisés par certaines bactéries, constitués d'unités répétitives de divers hydroxyacides ou de leurs mélanges. De même que le PLA, les PHA sont des polyesters aliphatiques produits par fermentation de matières premières renouvelables. Cependant, alors que la production de PLA est un processus en deux étapes (fermentation pour obtenir le monomère, suivie d'une étape conventionnelle de polymérisation chimique), les PHA sont produits directement par fermentation d'une source de carbone par le microorganisme.

Les principaux biopolymères de la famille des PHA sont les suivants:

- Poly 3-hydroxybutyrate (PHB): Homopolymère dont le monomère contient un radical méthyle.
- Poly 3-hydroxyvalérate (PHV): Homopolymère dont le monomère contient un radical éthyle.
- Poly 3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalérate (PHBV): Copolymère.
- Poly 3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate (PHBHx): Copolymère où 3-hydroxyhexanoate présente un groupe propyle.

Le type de polymère produit dépend essentiellement de la souche bactérienne utilisée et du substrat ou mélange de substrats fournis aux cellules pour leur croissance et production.

Propriétés générales

Tous les PHA partagent certaines propriétés recommandées pour des applications déterminées et qui les rendent intéressants pour l'industrie. Ainsi, ce sont des composés thermoplastiques et / ou élastomères pouvant être traités avec les équipements utilisés aujourd'hui dans l'industrie de

la fabrication de plastiques. Ils sont insolubles dans l'eau, présentent un degré de polymérisation considérable, sont des composés purs par rapport à leur structure énantiomère et constitués généralement d'un seul stéréo-isomère R, ne sont pas toxiques, sont biocompatibles, présentent des propriétés piézoélectriques, peuvent être obtenus à partir de matières premières renouvelables ou même de CO₂ (s'ils sont obtenus à partir de plantes) et sont tous biodégradables.

Malgré les avantages évidents des PHA par rapport aux plastiques dérivés du pétrole, leur utilisation actuelle est très limitée en raison de leur haut coût de production. Cependant, la hausse continue des prix du pétrole et la diminution des réserves, ainsi que les éventuelles améliorations des processus d'obtention permettront, dans un avenir proche, que ces bioplastiques puissent devenir une alternative réelle aux plastiques dérivés du pétrole.

Potentiel de substitution à d'autres polymères conventionnels

PHA a un potentiel de substitution partiel aux matériaux suivants	PEAD
	PP
	PVC
	ABS
Echelle de potentialité: non substitut/substitution partielle /substitution totale La potentialité de substitution est théorique et prend pas en compte des aspects tels que le prix du matériau	

3.

Situation des Bioplastiques en Europe

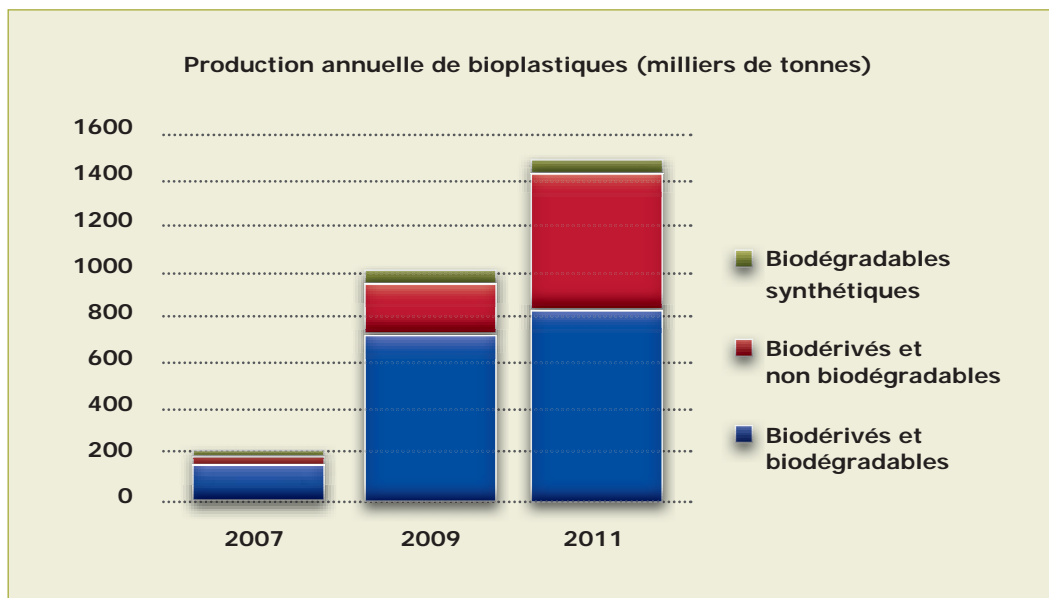
3. SITUATION DES BIOPLASTIQUES EN EUROPE

L'Association Européenne de Bioplastiques (European Bioplastic) estime qu'il existe un potentiel de croissance qui atteindra 10% sur le marché européen (4 millions de Tm/an), en prenant compte, au départ, qu'environ 10% de la consommation totale du plastique est actuellement remplacé par des bioplastiques, ce qui a représenté pour l'année 2008, une production d'environ 600.000 Tm. La croissance de la production de bioplastiques au cours des 5 dernières années, est sans doute, une réponse aux besoins du marché et au prix élevé du pétrole et de son épuisement futur.

Dans le cas de l'Espagne, environ 4,1 millions de Tonnes de plastique standard sont consommées par an, ce qui implique un fort engagement non seulement économique mais aussi environnemental et c'est pourquoi il existe une tendance législative à limiter la consommation de certains produits plastiques, comme solution présumée à un problème généré par la mauvaise utilisation de ces matériaux. Dans un tel contexte, la croissance du marché des bioplastiques montre une tendance croissante de façon exponentielle avec des prévisions de hausse de 75% de la production pour l'année 2011.

Actuellement, il n'existe pas d'entreprises espagnoles fabricantes de bioplastiques, en conséquence, 90% du marché européen est aux mains d'entreprises comme Novamont, NatureWorks, BASF et Rodenburg Biopolymers. Une large partie des applications relèvent du secteur agricole et de l'emballage et conditionnement (sacs de poubelle, type de maillot, filets d'emballages d'articles horticoles) ou d'applications émergentes dans le secteur textile.

Figure 5: Production annuelle de Bioplastiques



Source: ANAIP

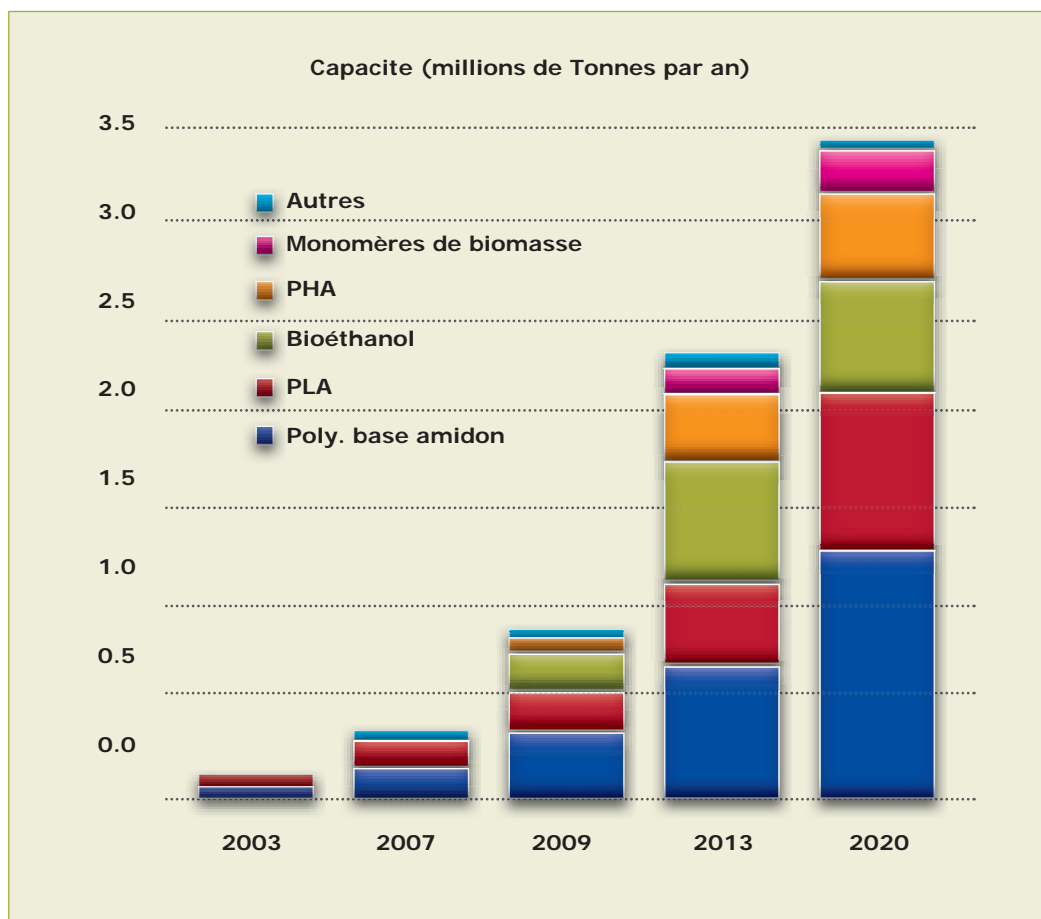
Dans une récente étude (2009) réalisée par la CE et publiée par l'Association Européenne de Bioplastiques, l'Université d'Utrecht et le Réseau Européen d'Excellence en Polysaccharides (EP-NOE), il est estimé que 90% de la consommation actuelle de polymères provenant de ressources fossiles peut être techniquement obtenus à partir de ressources renouvelables. D'après cette étude, les bioplastiques ne vont pas remplacer les polymères obtenus à partir du pétrole dans un

avenir immédiat pour plusieurs raisons, parmi lesquelles, il convient de signaler:

- Prix modéré du pétrole.
- Prix élevés de production des bioplastiques.
- Capacité limitée de production actuellement.

Cependant, selon les annonces récentes de certaines compagnies fabricantes de bioplastiques concernant les nouvelles projections de croissance dans leur capacité de production, celles-ci atteignent presque 37% de croissance annuelle, passant des 360.000 Ton (2007) à un total de 2,3 millions de Tonnes en 2013. Toutefois, ces prévisions positives de croissance pourraient se voir freinées par l'effet de la crise économique. Sur le graphique ci-dessous, les prévisions de croissance au niveau du marché global sont présentées par matériaux.

Figure 6: prévisions de croissance du marché des bioplastiques



Source: Rapport PRO-BIP (2009)

L'étude a couvert les aspects se rapportant aux propriétés de capacité de substitution et prix des différents groupes de matériaux, confirmant que depuis l'année 2005, le niveau d'innovation technologique a été très significatif et mettant en évidence les facteurs qui ont marqué l'augmentation

de la demande et qui sont les suivants:

- Développement de nouvelles applications et processus.
- Bénéfices environnementaux.
- Rareté du pétrole.

3.1 MARCHE DES BIOPLASTIQUES EN EUROPE

Aujourd'hui les bioplastiques disponibles au niveau commercial couvrent environ 5-10% du marché actuel des matériaux plastiques. De plus, il faut tenir compte des applications spécifiques de ces matériaux comme les produits à base de film compostable et en général, leur potentiel technique d'application est pratiquement à un stade initial.

Les Bioplastiques sont utilisés, de nos jours, dans de nombreux pays de l'espace européen où une augmentation de la demande des consommateurs est observée. Le nombre d'entreprises qui produisent, traitent ou utilisent ce type de matériaux est en croissance constante. Il est donc important de souligner que sous les auspices de l'Association Européenne de Bioplastiques, il a été créé un réseau d'Associations dans les pays de l'Union Européenne à remarquer pour leur dynamisme dans ce secteur:

- Belgique (Belgian Biopackaging).
- Allemagne (European Bioplastics).
- Royaume Uni (UK Compostable Packaging Working Group).
- France (Club Bioplastique).
- Hollande (Velangenvereniging).

Le développement du marché dans la Communauté Européenne se transfère à différents niveaux dans chacun des états membres. Ci-après, des exemples des principales applications et initiatives mises en pratique dans les pays européens les plus actifs dans la promotion des Bioplastiques, sont présentés:

Figure 7: Applications des Bioplastiques

Pays	Applications /Initiatives
Allemagne	<p>Marché en croissance:-</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacs de poubelle organique. • Films à matelasser • Conditionnement et emballage: (marchés émergents en fruits et légumes, produits d'hygiène ou sachets de supermarché.) <p>Initiatives de promotion des marchés:-</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle législation de Conditionnement et Emballage • Soutien au niveau des politiques internes • Mesures de soutien à la R +D+I

Pays	Applications /Initiatives
Autriche	<p>Marchés représentatifs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des chaînes de supermarché comme Spar, Billa et ADEG ont introduit les Bioplastiques récemment • Film agricole • Conditionnement de denrées alimentaires • Sacs de courses <p>Initiatives de promotion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campagnes de promotion de l'utilisation des Bioplastiques • Politiques de soutien (tous les sacs biodégradables depuis 2010)
Royaume Uni	<p>Marchés représentatifs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pionniers dans l'utilisation des Bioplastiques par des chaînes de supermarchés (Ex Sainsbury's en 2001) <p>Initiatives de promotion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grande acceptation des consommateurs • Taux inférieur de recyclage pour emballages biodégradables • Création de Groupes de travail et d'Organismes de certification en 2003
Hollande	<p>Marchés représentatifs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emballage et conditionnement <p>Initiatives de promotion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilités pour la certification de produits biodégradables • Accords avec les municipalités pour la certification • Support législatif
Italie	<p>Marchés représentatifs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacs de courses et de poubelle • Conditionnement des produits de traiteurs • Film agricole

Au chapitre des annexes, différentes applications des principaux bioplastiques sont présentées, dans différents secteurs d'intérêt.

3.2 PRINCIPAUX FOURNISSEURS DE BIOPLASTIQUES

Cette rubrique comprend une liste des principaux fournisseurs de bioplastiques présents sur le marché, mettant en relief les polymères plus largement implantés au niveau commercial.

- **ESTERS DE CELLULOSE**

- Albis Plastics
- MAZZUCHELLI
- FKUR

- **POLYHYDROXYBUTYRATE**

- BIOMER
- METABOLIX (MIREL)
- MONSANTO
- PROCTER AND GAMBLE
- TIANA biological materials
- GOODFELLOW
- KANEKA

- **POLYCAPROLACTONES**

- DOW CHEMICAL
- POLYFEA
- SOLVAY

- **ACIDE POLYLACTIQUE ET COMPOSES**

- BASF
- BIOPERALS
- FKUR
- KARELINE NATURAL COMPOSITES
- HYCAIL
- MITSUI TOATSU CHEMICAL
- NATUREWORKS
- NATUREPLAST
- UNITIKA

- **AUTRES POLYESTERS**

- ARKEMA
- MITSUI CHEMICAL
- BASF
- DuPONT
- IRE CHEMICAL Ltd
- SHOWA DENKO

- **DERIVES DE L'AMIDON**

- NOVAMONT
- BIOGRADE
- BIOTEC GmbH
- CRACE BIOTECH Corp.
- FKUR
- IGV
- PLANTIC
- RODENBURG BIOPOLYMERS
- VEGEPLAST
- VENTURA
- CEREPLAST

- **AUTRES BIOPOLYMERES**

- AUSTEL
- BORREGARD
- LIMOGRAIN
- PE DESIGN ENGINEERING NV
- TECNARO

4.

**Aspects
environ-
nementaux
des
Bioplastiques**

4. ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DES BIOPLASTIQUES

Les plastiques en général, par leur légèreté, facilitent une utilisation efficace des ressources énergétiques durant leur fabrication, transport et postérieure application. Au terme de leur vie utile, ils peuvent se recycler et se valoriser énergétiquement.

Les bioplastiques apportent un avantage supplémentaire dérivé de l'utilisation des ressources renouvelables pour leur fabrication. Cependant, d'un point de vue global, cela ne constitue pas un avantage dans tous les cas face aux plastiques conventionnels. Les études d'analyse de cycle de vie réalisées montrent majoritairement un effet positif dans l'usage des bioplastiques quand deux impacts environnement particuliers sont considérés, lesquels sont:

- Consommation de ressources fossiles.
- Réduction des émissions de CO₂.

L'utilisation de ressources agricoles permet à son tour une gestion des déchets dénommée de cycle fermée (de la biomasse à la biomasse). Cependant, les bienfaits de l'utilisation de ce type de gestion devraient être mis à l'essai au cas par cas, conformément aux critères d'évaluations établis par des études d'Analyse de Cycle de Vie (ACV) normalisées.

De même, dans les pays à grande surface de sol aride, la possibilité de compostage offerte par les bioplastiques implique que le compost obtenu puisse être utilisé comme fertilisant, améliorant ainsi la qualité du sol. Toutefois, pour qu'un matériau soit biodégradable, il doit exister un ensemble de conditions (humidité, température, présence de microorganisme, ...), ce qui nous amène à penser que les bioplastiques ne peuvent être déversés sans aucun contrôle.

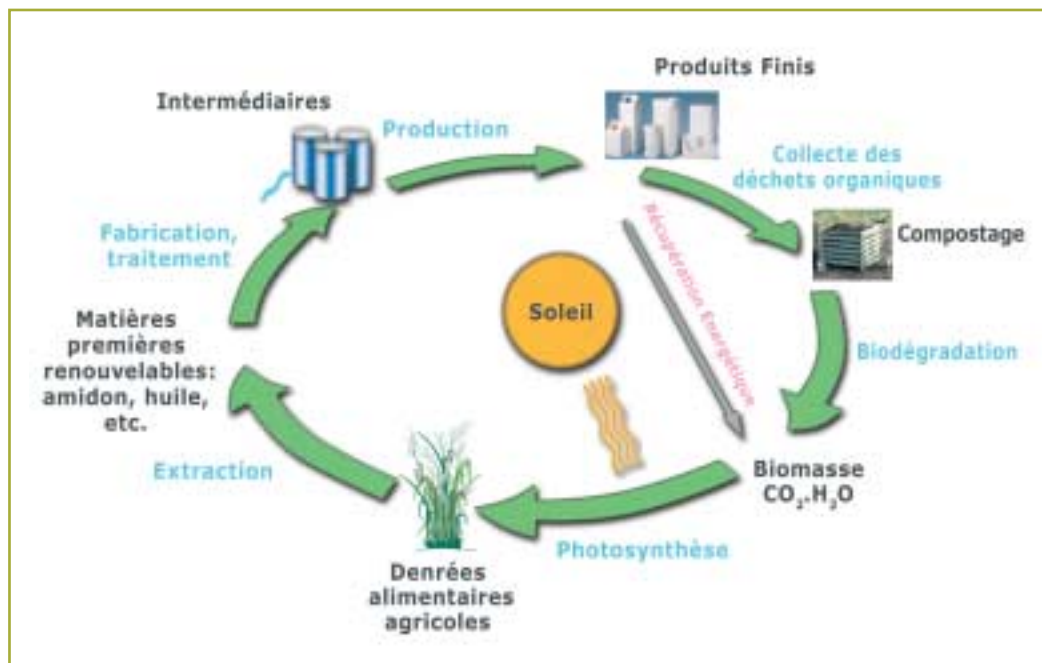


4.1 BIOPLASTIQUES ET DURABILITE

Le principe de développement durable et l'interdiction de rejet en Europe implique l'introduction progressive d'un modèle économique de cycle fermé dans l'Union Européenne. Les produits doivent être fabriqués selon un critère de conservation des ressources utilisées, qui doivent être récupérées après utilisation si leur conservation est impossible. Par conséquent, le rejet des produits après leur cycle de vie n'est pas permis dans le cadre européen. Cependant, la production de déchets a lieu dès les étapes de fabrication d'un produit, par conséquent, si des critères conservateurs des ressources sont appliqués, le coût associé à la gestion des déchets diminuera et de ce fait, les frais totaux de fabrication.

Ce modèle de durabilité s'applique aux bioplastiques, compte tenu, en outre, que le compostage est la méthode la plus efficace d'utilisation des ressources renouvelables, tel que le montre la figure suivante:

Figure 8: Schéma du cycle de vie d'un bioplastique



L'utilisation de ressources renouvelables ou leur capacité de se biodégrader ou de se comporter aboutit aux chiffres suivants:

- Chaque année, 100 billions de tonnes de biomasses sont produits à partir des plantes avec la lumière solaire et la photosynthèse.
- La même quantité est biodégradée sous forme de matières premières originales, dioxyde de carbone et eau avec une petite quantité de biomasse et de minéraux.

Les bioplastiques pourraient suivre ce modèle, ce qui contribuerait à réduire les émissions de CO₂ et à la conservation des ressources pour les générations futures. Ainsi, en fonction de leur contenu en matières premières renouvelables, les bioplastiques impliquent une économie d'entre 30 et 80% en émissions de CO₂ par rapport aux plastiques conventionnels.

Cette réduction des émissions est particulièrement significative, compte tenu de la consommation globale de plastique de 250 millions de tonnes et d'une croissance annuelle estimée à 5%, ce qui représente le domaine le plus important pour la consommation du pétrole derrière le secteur énergétique et le transport. Ce taux de 5% de consommation de pétrole laisse entrevoir la grande dépendance de cette ressource fossile de l'industrie du plastique actuelle. C'est pourquoi, l'utilisation de matières premières alternatives du pétrole est devenue un élément de pression nécessaire dans un secteur qui, rien qu'au niveau européen représente 200 billions d'Euros.

4.2 EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES BIOPLASTIQUES

L'évaluation de l'impact environnemental associé aux produits et processus requiert la mise en œuvre de critères objectifs normalisés. Les études d'Analyse de Cycle de Vie (ACV) réalisées suivant les standards ISO 14040, constituent une méthodologie contrastée pour évaluer l'impact des produits sur l'Environnement, car toutes les étapes du cycle de vie sont prises en compte : de la fabrication à la disposition finale du déchet en passant par toutes les étapes d'utilisation.

Les bioplastiques à base de différentes matières premières, sont produits et traités à l'aide de Technologies diverses et servent à fabriquer des applications très variées, objet de modèles de valorisation comme déchets très différents. En conséquence, les résultats d'une ACV sont difficiles à interpréter de façon généralisée, ce qui signifie qu'il ne peut être tiré de conclusions simples applicables à tous les cas. Par conséquent, l'évaluation de l'impact environnemental associé aux bioplastiques doit être réalisée au cas par cas, afin d'établir les limites correctes du système et garantir l'application des critères d'équivalence satisfaisante lors des comparaisons fonctionnelles.

Dans le cas des bioplastiques, il est prévisible que dans une d'ACV, la consommation des ressources renouvelables ait un effet positif sur la consommation d'énergie et sur la réduction des émissions de CO₂. Des études publiées montrent une amélioration de ces impacts de 20% face aux plastiques conventionnels.

4.3 OPTIONS DE REVALORISATION DES BIOPLASTIQUES

Même si ces matériaux sont conçus dans une optique de système de gestion de cycle fermé, les bioplastiques, dans la plupart des cas, peuvent être récupérés et recyclés comme les plastiques conventionnels: valorisation thermique, recyclage chimique et recyclage mécanique. Toutefois, contrairement aux plastiques conventionnels, ils peuvent être recyclés organiquement à l'aide du compostage démontrant ainsi le respect des critères établis dans la norme EN 13432.

Le compostage est une méthode de récupération particulièrement adaptée aux applications de Films à matelasser, sacs de déchets organiques et articles de jardinerie, entre autres. Dans ce type d'applications, la biodégradabilité représente une valeur ajoutée. Les conditionnements de denrées alimentaires de courte durée sont également une option intéressante pour le compostage. Ainsi, l'emballage en bioplastiques contaminé par des déchets organiques peut être récupéré, sans que d'autres opérations de traitement soient nécessaires. Cependant, l'éco-efficience de ce processus de récupération dépend des infrastructures de collecte de déchets qui sont mises en œuvre au niveau local ou régional.

La comparaison du compostage à d'autres options de récupération peut être résumée, comme suit:

- Recyclage organique. Le compost résultant peut être utilisé pour améliorer la qualité du sol et éviter l'utilisation de fertilisants.
- Recyclage chimique. Peut être une option intéressante en biopolyesters tels que le PLA ou les PHA. Moyennant traitement chimique, les chaînes constituant les biopolymères peuvent être dépolymérisées donnant lieu à de monomères qui à leur tour peuvent être purifiés et à nouveau polymérisés. Cette méthode requiert une quantité suffisante de ces biopolymères séparés sélectivement.

Le compostage peut s'appliquer à de nombreux types de bioplastiques. Ainsi, les enzymes des bactéries et des champignons sont capables de "digérer" les chaînes qui forment la structure de ces biopolymères comme s'il s'agissait d'une source de nutriments. Le produit résultant est

essentiellement l'eau et le CO₂ avec une petite quantité de biomasse et de minéraux. Suivant le type de liens chimiques qui forment la chaîne polymérique, la durée de dégradation sera plus ou moins longue.

La vitesse de biodégradation dépend de:

- Température (50-70°C pour les opérations typiques de compostage industriel).
- Humidité (doit être présente dans le processus).
- Le type et le nombre de microorganismes.

Les critères de la norme EN 13432 établissent qu'un produit peut être certifié compostable s'il se transforme en CO₂, eau et biomasse en 6-12 semaines.

5.

**Certification
et
réglementation**

5. CERTIFICATION ET REGLEMENTATION

Processus de certification des bioplastiques Réglementation applicable

Depuis l'introduction du terme "plastique biodégradable", à la fin des années 80, il est apparu nécessaire de créer un système de vérification des matériaux qui étaient lancés sur le marché sous l'étiquette de "biodégradable" ou "compostable" ou associé à une matière plastique.

Les bioplastiques se distinguent des plastiques conventionnels par deux traits importants:

- L'utilisation de matières premières renouvelables dans leur fabrication.
- Leur biodégradabilité / compostabilité.

L'évaluation de la première des caractéristiques ne dispose pas de critères normalisés. Par conséquent, le pourcentage de ressources renouvelables d'un produit plastique pour être considéré bioplastique demeure au critère individuel. Il n'y a pas de réglementation pour attribuer cette qualification, cependant, il existe des méthodes scientifiques pour déterminer le « carbone renouvelable » d'un produit déterminé.

Des méthodes scientifiques ont été développées pour déterminer quantitativement la biodégradabilité et la compostabilité des plastiques. La norme européenne EN 13432 / EN 14995 a été introduite en l'an 2000. Considérée comme réglementation harmonisée, elle est applicable dans tous les états membres de l'U.E.

5.1 DOMAINE D'APPLICATION DES ESSAIS SOUS LES NORMES EN 13432 / EN 14995

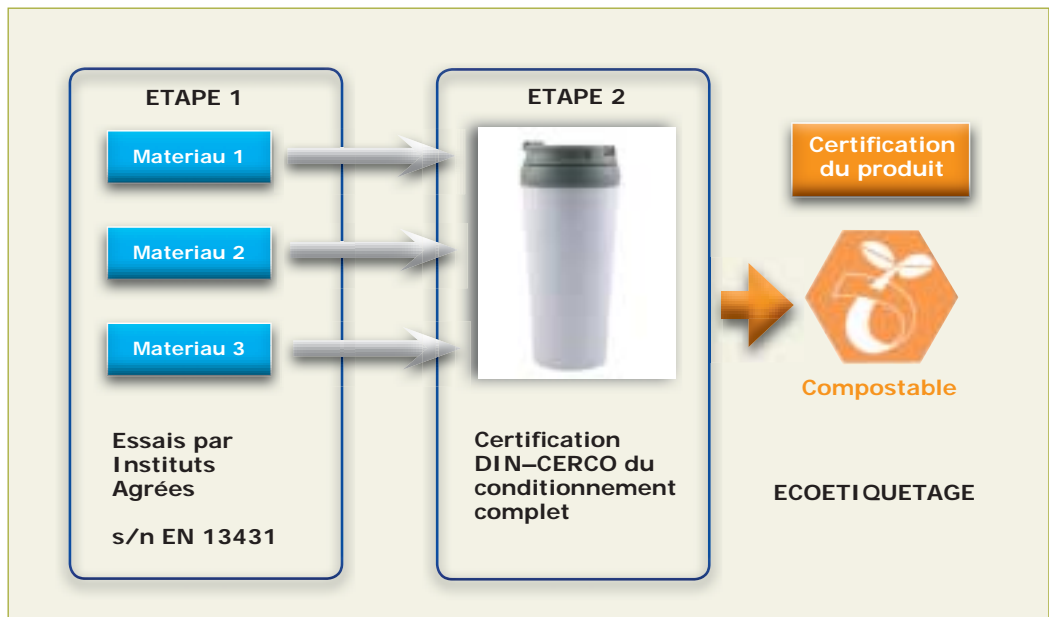
- Essais chimiques: détermination de l'ensemble des constituants, joignant également les valeurs limites pour les métaux lourds.
- Biodégradabilité en milieu humide (consommation d'oxygène et production de CO₂): il faut vérifier qu'au moins 90% de la matière organique se transforme en CO₂ en un délai de 6 mois.
- Conversion en compost: après 3 mois de compostage et un processus postérieur de criblage par tamis de 2 mm, il ne sera pas admis plus de 10% de déchet du total de la masse originale.
- Essai pratique de compostabilité dans une installation de compostage semi industrielle (ou industrielle). Aucune influence externe pouvant nuire au processus de compostage ne sera permise.
- Application du compost obtenu: étude des effets du compost résultant sur la croissance des plantes (essai agronomique), essai d'écotoxicité.

L'épaisseur maximum d'un plastique est déterminée par sa compostabilité dans les opérations de compostage normalisées. Tous les essais devront se réaliser à partir du même matériau. Le succès des essais réalisés individuellement n'est pas suffisant. Les méthodes d'essai préconisées par les normes EN sont basées sur les définitions figurant dans les normes ISO 14851 (biodégradabilité aérobie finale des matières plastiques en milieu aqueux) et ISO 14852 (dégradabilité aérobie en milieu aqueux selon différentes méthodes d'essai), 14853 (dégradabilité anaérobie en milieu aqueux) et ISO 14855 (compostage aérobie). Les essais seront réalisés en laboratoires agréés.

5.2 CERTIFICATION DE PRODUITS PLASTIQUES COMPOSTABLES

La certification rattache les essais normalisés EN 13432 / EN 14995 au label de qualité qui permet l'identification et la gestion correcte des produits plastiques compostables sur les marchés. Elle garantit que le produit concerné peut être composté. L'étiquette de qualité du produit garantit non seulement que le plastique est compostable mais que le reste des composants du produit l'est également, comme par exemple, les encres, les étiquettes, les adhésifs, et- dans le cas des emballages – les déchets de leurs contenus. Le label de compostabilité (dénommé "petit arbre") ne peut être utilisé que pour des produits certifiés. L'étiquette, de même que le numéro de certification imprimé sur le produit permet d'identifier le fabricant et l'essai de conformité. Le produit qui a été soumis aux essais et celui qui a été commercialisé doivent être le même.

Figure 9: Processus de certification d'un produit compostable



Le programme de certification pour les produits plastiques compostables a été établi par des experts en gestion des déchets et de leur recyclage et avec l'assurance de la qualité du compost. Ci-après, la liste de ces derniers :

- Bundesgütegemeinschaft Kompost (Association allemande pour l'assurance de la qualité du compost).
- Bundesverband der deutschen Entsorgungswirtschaft (Association des industries de gestion de déchets d'Allemagne).
- Bundesverband Humus- und Erdenwirtschaft e.V. (Association allemande pour l'utilisation du sol).
- Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände (Association allemande de villes et de municipalités).

- Deutscher Bauernverband (Association d'agriculteurs allemands).
- Indus­trieverband Kunststoffverpackungen (Association de l'emballage plastique).
- European Bioplastics (ancienne IBAW) .

5.3 HARMONISATION DE LA CERTIFICATION

L'Association Européenne des Bioplastiques encourage l'emploi de la certification de produit et en particulier d'un seul label de qualité pour l'Europe. Cette association collabore avec des organisations leaders en Asie et aux USA dans le cadre de l'International Compostable Product Certification Network (Réseau international de certification de produits compostables). Des accords de collaboration ont été signés avec BPI (Biodegradable Products Institute, USA), BPS (Biodegradable Plastics Society of Japan, Japon) et BMG (Biodegradable Material Group, Chine), sur la reconnaissance, par exemple, de laboratoires d'essai et de certifications. Cette approche prétend faciliter le commerce des produits.

5.4 ORGANISMES DE CERTIFICATION EN EUROPE

Ci-dessous les organismes de certification les plus importants en Europe:

Pays	Organisation
Allemagne / Suisse	DIN Certco
Royaume Uni	UK Composting Association
Hollande	Keurmerkinstituut
Pologne	COBRO

5.5 ETIQUETAGE

En raison de leur apparente ressemblance, les bioplastiques et les plastiques conventionnels ne sont pas faciles à distinguer à première vue. La certification de produit basée sur la norme EN 13432 / EN 14995 a introduit une identification qui a été reconnue en Europe et dans d'autres pays du monde.

Objectifs et avantages de l'étiquetage du produit:

- Permettre l'identification du produit par les consommateurs et usagers.
- Permettre et faciliter un classement correct durant la collecte et la récupération des déchets.
- Assurance de la qualité du produit (suivant le critère de EN 13432 / EN 14995).

Figure 10: Pays européens avec certification DIN Certco

Le label "petit arbre", en tant que marque de compostabilité est accepté et utilisé en Allemagne, en Suisse, en Hollande, en Pologne et au Royaume Uni, en Autriche, l'étiquette en projet est utilisée à Linz et St. Pölten. European Bioplastics encourage l'utilisation de la certification du produit et d'une seule identification pour l'ensemble de l'Europe.

L'organisation belge VICOTTE est agréée pour réaliser les essais certifiant qu'un produit est compostable industriellement ou qu'il sert au compostage particulier (sol). De plus, elle est agréée pour réaliser les essais nécessaires à l'obtention de la certification OK BIOBASED. Cette certification utilise un classement basé sur un système de 4 étoiles pour indiquer la teneur en carbone renouvelable d'un matériau d'emballage, d'une fibre ou d'un produit fini. Cette certification sert d'indicateur de la durabilité d'un produit pour le consommateur dans la mesure où il indique le pourcentage réel de substitution de ressources fossiles.

Figure 11: Etiquettes des différents degrés de compostabilité d'un matériau selon OK Biobased

Le processus de certification se base sur deux exigences principales:

- La teneur en carbone organique d'un produit doit être d'au moins 30%.
- La teneur en carbone d'un matériau renouvelable (biobased) sera d'au moins 20%.

Le classement de 4 étoiles indique les différents niveaux de teneur en carbone organique renouvelable selon les niveaux suivants:

- 1 étoile: 20-40% de carbone biologique.
- 4 étoiles: implique un contenu supérieur à 80% de carbone issu de ressources renouvelables.

6.

Législation et réglementation encourageant les bioplastiques

6.1 CADRE REGULATEUR

Le cadre régulateur- tant au niveau législatif que de réglementation du marché- joue en général un rôle important dans l'innovation. Afin de parvenir à une vaste introduction des bioplastiques sur les marchés, les conditions suivantes sont requises:

- Viabilité économique.
- Adaptation des caractéristiques techniques des produits et leur traitement et application.
- Adaptation au cadre régulateur législatif.

Ce processus graduel exige, pour satisfaire aux deux premières conditions, un investissement considérable dans le développement technologique en usine et en marketing. De plus, les perspectives de marché devront être propices. Un cadre régulateur adapté accélère ce processus. La législation pertinente sera mise en œuvre uniquement lorsqu'elle sera perçue comme étant nécessaire. Tout le secteur des combustibles et énergies renouvelables est un bon exemple de cette réalité. Le "boom" dans ce secteur a été déclenché par les lois qui ont accéléré leur progrès technique et commercial malgré un coût incontestablement plus élevé du produit.

Récemment, la force motrice du développement du marché a été l'importante montée des prix des combustibles fossiles. Le développement de la technologie des bioplastiques a facilité l'établissement de nouvelles structures industrielles qui prétendent concurrencer les industries traditionnelles basées sur les combustibles fossiles.

Les plastiques issus de ressources renouvelables ont eu accès au marché sans aucun des appuis mentionnés, bien que leur cote de marché soit encore minime. Le processus d'introduction des bioplastiques sur le marché avec une représentation significative demandera encore de nombreuses années. Les conditions du cadre régulateur sont aussi nécessaires pour ce secteur prometteur. Ces conditions peuvent largement contribuer à la réduction du risque de l'investissement. Cela ne signifie pas que des avantages pour les entreprises concernées. La société et l'environnement bénéficient également, sous de nombreuses formes, de la mise en marche de ces innovations.

En accord avec ce concept de développement durable, l'Association Européenne de Bioplastiques (European Bioplastics) s'est engagée à faire tous les efforts possibles pour assurer l'établissement d'un cadre régulateur permettant l'introduction des bioplastiques sur les marchés. En Allemagne et en France, une législation est entrée en vigueur pour accélérer ladite introduction sur les marchés.

6.2 LES OPPORTUNITES D'UNE LARGE INTRODUCTION DES BIOPLASTIQUES SUR LES MARCHES

Voici certains des avantages de l'introduction des bioplastiques sur le marché:

- Création d'emploi.
- Maintien de l'emploi dans le secteur de l'industrie des plastiques et dans l'agriculture en Europe.
- Participation sur un marché International en croissance de haute technologie (avec possibilités d'exportation).
- Importante contribution au développement durable.
- Conservation des réserves de combustibles fossiles.

- Réduction des émissions de CO₂.
- Nouveaux marchés pour les matières premières agricoles.
- Haute valeur ajoutée par rapport à d'autres produits énergétiques.
- Grand potentiel de marché (10% du marché des plastiques à moyen terme).

6.3 POLITIQUES STRATEGIQUES

Les pays de l'Union ont déclaré dans le Traité de Lisbonne que l'innovation et un haut niveau de compétitivité sont des questions clé pour la politique de durabilité soutenue par l'Union Européenne. De plus, d'autres objectifs ont été formulés qui sont détaillés ci-après :

- Pacte de Lisbonne: amélioration de la compétitivité au niveau International au travers de l'innovation et la création et le maintien de l'emploi.
- Stratégie Européenne concernant les Ressources Renouvelables: augmentation de l'emploi de ces ressources renouvelables et réduction de la consommation des ressources non renouvelables.
- Stratégie Européenne de Recyclage: récupération des matières premières secondaires, réduction dans la consommation de ressources.
- Politiques de Produits intégrées au niveau européen: conception des produits d'un plus grand niveau de durabilité- du berceau à la tombe.
- Stratégie européenne de Protection du Climat: réduction d'émissions toxiques.
- Politique Agricole: réduction de subventions, consolidation de l'agriculture locale.

Une large introduction sur les marchés offre une excellente occasion de dynamiser et de donner du succès à ces objectifs importants de la politique européenne. L'augmentation de l'utilisation des énergies renouvelables au lieu des combustibles fossiles est le fondement du développement durable. Il est indispensable aux pays hautement développés d'Europe d'entreprendre des politiques de stimulation des secteurs technologiques dont la demande sera à l'avenir à l'échelle internationale. Le secteur des bioplastiques est précisément l'un de ces secteurs.

6.4 LEGISLATION

La législation joue un rôle essentiel dans l'établissement des innovations. La politique est responsable de la prise de décisions concernant le cadre régulateur pour l'introduction sur les marchés, car elle a un effet direct sur la planification et la sécurité juridique et l'investissement même. Souvent, les processus d'innovation font l'expérience tant de cadres régulateurs inexistantes que de cadres inadaptés qui agissent comme des inhibiteurs du développement et de l'innovation.

C'est le cas des plastiques compostables, en de nombreux aspects. Cette situation est due principalement au fait que la connaissance et l'information disponible sur ce sujet durant l'élaboration de la législation étaient très limitées, en conséquence, il n'a pu être tenu correctement compte des particularités que le secteur présente, ce qui doit être corrigé. Le meilleur scénario possible est celui où la législation est rédigée en tenant compte de l'opinion des interlocuteurs industriels concernés, connaisseurs des problèmes de la technologie existante et capables de proposer des solutions à ces problèmes.

European Bioplastics développe les concepts initiaux pour la création d'un cadre régulateur satisfaisant. A cette fin, l'association a créé et maintient un réseau d'agents clé en Europe. A ce jour, des mesures concrètes ont été établies concernant les bioplastiques et leurs produits dérivés, dans deux pays européens:

- **Allemagne:** Il existe une réglementation provisoire sous la directive de l'emballage allemande en vigueur depuis juin 2005. Sous cette réglementation, les emballages compostables seront exempts des exigences de § 6 de la Directive. Ceci ouvrira toutes les voies de recyclages sans l'obligation de fournir de documentation supplémentaire ou d'effectuer la récupération.
- **France:** Dès le début 2006, à partir d'une loi pour encourager l'agriculture française, un règlement est en vigueur qui établit une exigence de biodégradabilité des sacs de courses jetables pour l'année 2010.

6.5 AUTRES LEGISLATIONS NATIONALES DANS L'ESPACE EUROPEEN

Les réglementations relatives à la biodégradabilité des emballages ont leur origine dans la Directive Européenne 94/62/CE concernant les emballages et déchets des emballages. Les réglementations nationales européennes ne sont pas développées de la même façon dans tous les pays et dépendent du degré de consommation ou de développement industriel que les matériaux biodégradables ou compostables ont dans chaque pays. Ci-après, certaines particularités sont détaillées qui, au niveau législatif ou réglementaire, ont été adoptées dans les pays de l'UE.

- **ITALIE:** L'Italie a approuvé une loi interdisant les sacs en plastique non biodégradables à partir de 2010. Cette loi inclut également la prévision d'un impôt sur les sacs en plastique et d'un autre sur les bouteilles en plastique d'eau minérale ou de table. Avec ces recettes, des projets seront financés concernant l'accès universel à l'eau.
- **FRANCE:** En France, une Loi de 2005 sur la Politique Agricole dispose qu'en 2010 tous les sacs en plastique seront biodégradables. En juin 2007, la France a notifié une proposition à la Commission Européenne sur l'utilisation du plastique biodégradable pour 2010. Cependant, la Commission a argumenté qu'une interdiction sur les sacs non biodégradables enfreint la Directive sur les Emballages et Déchets d'Emballage.
- **ALLEMAGNE:** En juin 2005, une réglementation interne a été approuvée dépendant de la Directive Allemande sur les emballages et les conditionnements par laquelle l'emballage compostable est exempt de l'écotaxe ou point vert.

Les sacs en plastique jetables constituent l'exemple le plus significatif de législation adoptée à l'appui de l'usage de matériaux biodégradables.

7.

References

7. REFERENCES

1. Bastioli, C. "Handbook of biodegradable polymers". Rapra Technology Ltd, 2005.
2. Bastioli, C. " Basics of starch based materials", Bioplastics Magazine N° 05/ 2009). Pag. 42-45.
3. European Science and Technology Observatory , IPTS. "Techno-economical feasibility of Large-scale production of biobased polymers in Europe". Faunhofer Institute for Systems and Innovation Research, 2007.
4. FEDIT. "Observatorio Industrial del Sector Químico. Bioplásticos". LEIA, 2007.
5. Shen, L., Haufe, J., Martin K. "Product overview and market projection of emerging bio-based plastics" (PROBIP 2009). Group Science, Technology and Society (STS), Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation. Utrecht University, Junio 2009.
6. Thielen, M. "Basics of Biopolymers". Bioplastics Magazine N° 03/ 2010). Page 50-54.
7. Thielen, M. "Basics of Certification". Bioplastics Magazine N° 02/ 2010). Page 42-45.
8. Zepnik, S. et al "Basics of cellulosic". Bioplastics Magazine N° 01/ 2010). Page 44-47.
9. "Evaluating quantity, quality and comparability of biopolymer materials". Bioplastics Magazine N° 06/ 2009). Pag. 38-41.
10. "PLA bottles- recyclable and compostable" Bioplastics Magazine N° 04/ 200). Page 16-18.
11. BASF, www.basf.com.
12. European Bioplastics, www.european-bioplastics.com.
13. FKUR, www.fkur.com.
14. Innovia Films, www.innoviafilms.com.
15. Mirel Bioplastics, www.mirelplastics.com.
16. Natureworks, www.natureworksllc.com.
17. Novamont, www.novamont.com.

8.

Acronymes

8. ACRONYMES

- ABS: Polymère d'acrylonitrile butadiène styrène
- BDO: Butanodiol
- DMT: Diméthyl Téréphtalate
- HIPS: Polystyrène à haut impact
- LA: Acide lactique
- PA: Polyamide
- PBAT: Polybutylène Adipate Téréphtalate
- PBS: Polybutylène Succinate
- PBSA: Polybutylène Adipate Succinate
- PBT: Polybutylène Téréphtalate
- PBST: Poly(butylène succinate téréphtalate)
- PCL: Polycaprolactone
- PDO: 1, 3 propanédiol
- PDP: Propanédiol
- PEAD: Polyéthylène haute densité
- PEBD: Polyéthylène basse densité
- PET: Polyéthylène téréphtalate
- PGA: Acide polyglycolique
- PHA: Polyhydroxyalcanoates
- PHB: Poly (3-hydroxybutyrate)
- PHBHx: Poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate)
- PHBV: Poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalérate)
- PMMA: Polyméthylméthacrylate
- PP: Polypropylène
- PS: Polystyrène
- PTA: Acide Téréphtalique
- PTT: Polytriméthylène Téréphtalate
- PURs: Polyuréthanes
- PVC: Polychlorure de vinyle

Fiche pratiques

Fiche pratiques


Cette section du guide vise à recueillir de façon ordonnée et classifiée l'information la plus importante concernant les bioplastiques. Elle est structurée dans le but d'aider essentiellement les transformateurs de plastiques à connaître les aspects dont il faut tenir compte et les grandes possibilités que ces matériaux présentent de nos jours.


L'information est classée selon les rubriques suivantes:

- A. Réglementation concernant l'usage des plastiques et les bioplastiques applicables par pays.
- B. Propriétés techniques de chaque catégorie de bioplastiques à considérer dans leur sélection, notamment dans le cas où il est souhaité remplacer un plastique conventionnel par un bioplastique.
- C. Principales applications des bioplastiques en fonction du secteur d'activité auquel ils sont destinés.
- D. Applications les plus représentatives en fonction du matériau utilisé.


A. REGLEMENTATION PAR PAYS


INTERNATIONAL	
NORME	TITRE
ISO 17088: 2008	Specifications for compostable plastics
ISO 14855-1:2005/Cor: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions -- Method by analysis of evolved carbon dioxide--Part1:General method Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions -- Method by analysis of evolved carbon dioxide -- Part 1: General method
ISO 14855-2: 2007/ Cor: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions -- Method by analysis of evolved carbon dioxide -- Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
ISO 16929:2002	Plastics -- Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test
ISO 17556:2003	Plastics -- Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
ISO 20200:2004	Plastics -- Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test
ISO 15985:2004	Plastics -- Determination of the ultimate anaerobic biodegradation and disintegration under high-solids anaerobic-digestion conditions -- Method by analysis of released biogas
ISO 14853:2005	Plastics -- Determination of the ultimate anaerobic biodegradation of plastic materials in an aqueous system -- Method by measurement of biogas production
ISO 14852:1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium -- Method by analysis of evolved carbon dioxide
ISO 14851:1999/Cor. 1 2005	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium -- Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
PROJET DE NORME	TITRE
ISO/DIS 10210: 2009	Plastics - Preparation of samples for biodegradation testing


 EUROPE	
NORME	TITRE
EN ISO 14855-1:2007	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method (ISO 14855-1:2005)
EN ISO 14855-2:2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test (ISO 14855-2:2007, including Cor 1:2009)
EN ISO 17556:2004 / prEN ISO 17556 rev	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
EN ISO 20200:2005	Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test (ISO 20200:2004)
EN ISO 14852:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide (ISO 14852:1999)
EN ISO 14851:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer (ISO 14851:1999)
EN 14045:2003	Packaging - Evaluation of the disintegration of packaging materials in practical oriented tests under defined composting conditions
EN 14046:2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
EN 14806:2005	Packaging - Preliminary evaluation of the disintegration of packaging materials under simulated composting conditions in a laboratory scale test
EN 14995:2006	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
EN 13432:2000/AC 2005	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging

 EUROPE	
NORME	TITRE
EN 14048:2002	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
EN 14047:2002	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide

PROJET DE NORME	TITRE
CEN/TR 15932:2010	Plastics - Recommendation for terminology and characterisation of biopolymers and bioplastics
CEN/TR 15822: 2009	Plastics - Biodegradable plastics in or on soil - Recovery, disposal and related environmental issues
CEN/TR 15351:2006	Plastics - Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items

 ESPAGNE	
NORME	TITRE
UNE-EN ISO 14855-1:2008/AC: 2010	Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas. Método según el análisis de dióxido de carbono generado. Parte 1: Método general. (ISO 14855-1:2005)
UNE-EN ISO 14855-2:2010	Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas. Método según el análisis de dióxido de carbono generado. Parte 2: Medición gravimétrica del dióxido de carbono liberado en un ensayo de laboratorio. (ISO 14855-2:2007, incluyendo Cor 1:2009)
UNE-EN ISO 17556:2005	Plásticos. Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última en el suelo mediante la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro o bien mediante la cantidad de dióxido de carbono generada (ISO 17556:2003)
UNE-EN ISO 20200: 2006	Plásticos. Determinación del grado de desintegración de materiales plásticos bajo condiciones de compostaje simuladas en un laboratorio (ISO 20200:2004)
UNE-EN ISO 14852:2005	Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en medio acuoso. Método según el análisis de dióxido de carbono generado (ISO 14852:1999)
UNE-EN ISO 14851:2005	Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de los materiales plásticos en medio acuoso. Método según la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado (ISO 14851:1999)
UNE-EN 14046:2003	Envases y embalajes. Evaluación de la biodegradabilidad aeróbica última y de la desintegración de los materiales de envase y de embalaje bajo condiciones controladas de formación de compost. Método mediante el análisis del dióxido de carbono liberado.
UNE-EN 14806: 2006	Envases y embalajes. Evaluación preliminar de la desintegración de los materiales de envases y embalajes bajo condiciones simuladas de compostaje en un ensayo a escala laboratorio.
UNE-EN 14995:2007	Plásticos. Evaluación de la compostabilidad. Programa de ensayo y especificaciones.
UNE-EN 13432: 2001; UNE-EN 13432:2001/AC: 2005	Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje.

 ESPAGNE	
NORME	TITRE
UNE-EN 14048:2003	Envases y embalajes. Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última de los materiales de envases y embalajes en un medio acuoso. Método mediante la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado.
UNE-EN 14047:2003	Envases y embalajes. Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última de los materiales de envases y embalajes en medio acuoso. Método mediante el análisis del dióxido de carbono liberado.
UNE-CEN/TR 15351:2008	Plásticos. Guía terminológica en el campo de los plásticos y polímeros degradables y biodegradables.
PROJET DE NORME	TITRE
PNE-CEN/TR 15822	Plásticos. Plásticos biodegradables en o sobre suelos. Recuperación, eliminación y problemas ambientales asociados.

 FRANCE	
NORME	TITRE
NF T51-803-1; NF EN ISO 14855-1:2008	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
NF T51-803-2; NF EN ISO 14855-2:2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
NF T51-804; NF EN ISO 17556:2005	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
NF T51-806; NF EN ISO 20200:2005	Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test.
NF T51-802; NF EN ISO 14852:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
NF T51-801; NF EN ISO 14851:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
NF H60-146; NF EN 14046:2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
NF T51-124; NF EN 14995:2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
NF H60-140; NF EN 13432:2000	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.
NF H60-148; NF EN 14048:2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
NF H60-147; NF EN 14047:2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide




ÉTATS-UNIS

NORME	TITRE
ASTM D5338 - 98(2003)	Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions
ASTM D5338 - 98(2003)	Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions
ASTM D5988 - 03	Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation in Soil of Plastic Materials or Residual Plastic Materials After Composting
ASTM D5511 - 02	Standard Test Method for Determining Anaerobic Biodegradation of Plastic Materials Under High-Solids Anaerobic-Digestion Conditions
ASTM D5210 - 92(2007)	Standard Test Method for Determining the Anaerobic Biodegradation of Plastic Materials in the Presence of Municipal Sewage Sludge
ASTM D5271 - 02	Standard Test Method for Determining the Aerobic Biodegradation of Plastic Materials in an Activated-Sludge-Wastewater-Treatment System
ASTM D6776 - 02	Standard Test Method for Determining Anaerobic Biodegradability of Radiolabeled Plastic Materials in a Laboratory-Scale Simulated Landfill Environment
ASTM D5951 - 96(2002)	Standard Practice for Preparing Residual Solids Obtained After Biodegradability Standard Methods for Plastics in Solid Waste for Toxicity and Compost Quality Testing
ASTM D7081 - 05	Standard Specification for Non-Floating Biodegradable Plastics in the Marine Environment
ASTM D6002 - 96(2002)e1	Standard Guide for Assessing the Compostability of Environmentally Degradable Plastics
ASTM D6868 - 03	Standard Specification for Biodegradable Plastics Used as Coatings on Paper and Other Compostable Substrates
ASTM D5526 - 94(2002)	Standard Test Method for Determining Anaerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Accelerated Landfill Conditions



ÉTATS-UNIS

NORME	TITRE
ASTM D6691 - 09	Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials in the Marine Environment by a Defined Microbial Consortium or Natural Sea Water Inoculum
ASTM D6340 - 98(2007)	Standard Test Methods for Determining Aerobic Biodegradation of Radiolabeled Plastic Materials in an Aqueous or Compost Environment
ASTM D6954 - 04	Standard Guide for Exposing and Testing Plastics that Degrade in the Environment by a Combination of Oxidation and Biodegradation
ASTM D6002-96	Standard Guide for Assessing the Compostability of Environmentally Degradable Plastics
ASTM D6400 - 04	Standard Specification for Compostable Plastics

 ALLEMAGNE	
NORME	TITRE
DIN EN ISO 14855-1: 2010	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
DIN EN ISO 14855-2: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
DIN EN ISO 17556: 2005	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
DIN EN ISO 20200 : 2005	Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test
DIN EN ISO 14852: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
DIN EN ISO 14851: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
DIN EN 14045: 2003	Packaging - Evaluation of the disintegration of packaging materials in practical oriented tests under defined composting conditions
DIN EN 14046: 2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
DIN EN 14806: 2005	Packaging - Preliminary evaluation of the disintegration of packaging materials under simulated composting conditions in a laboratory scale test
DIN EN 14995: 2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications





ALLEMAGNE

NORME	TITRE
DIN EN 13432 : 2007	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging;
DIN EN 14048: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
DIN EN 14047 : 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide

PROJET DE NORME	TITRE
DIN SPEC 1165; DIN-Fachbericht CEN/TR 15822:2010	Plastics - Biodegradable plastics in or on soil - Recovery, disposal and related environmental issues
DIN SPEC 1206; DIN-Fachbericht CEN/TR 15932:2010	Plastics - Recommendation for terminology and characterisation of biopolymers and bioplastics
VDI 4427: 1999	Selection procedure for biodegradable packaging materials

 SUISSE	
NORME	TITRE
SN EN ISO 14855-1: 2007 SN EN ISO 14588-1/AC: 2010	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
SN EN ISO 17556: 2005	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
SN EN ISO 14852: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
SN EN ISO 14851: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
SN EN 14045: 2003	Packaging - Evaluation of the disintegration of packaging materials in practical oriented tests under defined composting conditions
SN EN 14046: 2004	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
SN EN 14995: 2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
SN EN 13432: 2000	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging
SN EN 14048: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
SN EN 14047: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide

 AUTRICHE	
NORME	TITRE
OENORM EN ISO 14855-1: 2010	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
OENORM EN ISO 14855-2: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
OENORM EN ISO 17556: 2005	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
OENORM EN ISO 14852: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
OENORM EN ISO 14851: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
OENORM EN 14046: 2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
OENORM EN 14995: 2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
OENORM EN 13432: 2008	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.
OENORM EN 14048: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer

 AUTRICHE	
NORME	TITRE
OENORM EN 14047: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
ONR 2915351: 2007	Plastics - Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items

PROJET DE NORME	TITRE
ONR CEN/TR 15822: 2010	Plastics - Biodegradable plastics in or on soil - Recovery, disposal and related environmental issues



ROYAUME UNI

NORME	TITRE
BS EN ISO 14855-1: 2007	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
BS EN ISO 14855-2: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
BS ISO 16929: 2003	Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test
BS EN ISO 17556: 2003	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
BS ISO 15985: 2004	Plastics - Determination of the ultimate anaerobic biodegradation and disintegration under high-solids anaerobic-digestion conditions - Method by analysis of released biogas
BS ISO 14853: 2005	Plastics - Determination of the ultimate anaerobic biodegradation of plastic materials in an aqueous system - Method by measurement of biogas production
BS EN ISO 14852: 1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
BS EN ISO 14851: 1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
BS EN 14045: 2003	Packaging - Evaluation of the disintegration of packaging materials in practical oriented tests under defined composting conditions
BS EN 14046: 2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide



ROYAUME UNI

NORME	TITRE
BS EN 14806: 2005	Packaging - Preliminary evaluation of the disintegration of packaging materials under simulated composting conditions in a laboratory scale test
BS EN 14995: 2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
BS EN 13432: 2000	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.
BS EN 14048: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
BS EN 14047: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
09/30202009 DC; BS ISO 10210: 2010	Plastics - Preparation of samples for biodegradation testing

B. PROPRIETES DES MATERIAUX POUR SELECTION

	Propriétés principales (*)	Processabilité
Dérivés de l'amidon Principales modifications: Amidon/ copolyester Amidon/PCL Amidon/Ac, Cellulose	Densité: 1.2-1.35(g/cc) Res. Traction: 35-40 MPa Elongation: 27-900% Te Vicat: 65-125°C Perméab. Vapeur Eau: basse Perm. Oxygène: moyenne-haute Te Fusion: 64-110°C	Soufflage de films Extrusion Thermoformage Moulage par injection Mousse Recouvrement par extrusion de fibres/tissus
PLA Mélanges principaux: PHA PCL Polyesters biodégradables	Densité: 1.25 g/cc Res. Traction: 53-70 MPa Elongation: 10-100% Te Vicat: 56-105 °C T ^a fusion: 120-170°C Transparent selon degrés Perméabilité à l'Oxygène et vapeur d'eau moyenne basse Résistance chimique moyenne	Thermoformage Injection Moulage par soufflage Soufflage de films Extrusion de films Extrusion de fibres (melt spinning)
PHA (PHB-PHV) copolymères Mélanges avec amidon et PLA	Densité: 1.17-1.26 R. Traction: 18-27MPa Elongation: 6-25% Te Vicat: 53-96°C (120°) Translucide/opaque Résistant à l'hydrolyse et aux dissolvants	En fonction de la composition et du poids moléculaire Films et feuille Fibres Moulage injection Mousses rigides
Polymères de cellulose Acétate de cellulose Cellophane Viscose Cellulose bactérienne	Propriétés très diverses selon le matériau Bonnes propriétés mécaniques mais mauvaises propriétés barrière Températures de processus plus élevées La cellulose bactérienne est libre d'hémicellulose et de lignine	

C. APLICATIONS PRINCIPALES PAR SECTEURS

Source: European Bioplastics.com

Produit	Polymère	Compagnie	Avantages d'utilisation des Bioplastiques
Emballages et conditionnement			
Film et plateaux de plateaux ou de fruits, végétaux ou de viande	PLA amidon	Treophan Natural IPER Sainsbury, etc Cristalina/Cargill Dow Novamont	Applications de courte durée qui se transforment rapidement en déchets Leur caractère biodégradable représente une alternative à un recyclage difficile par contamination organique
Pots de yaourt Paniers de fruit	PLA amidon		
Sacs de supermarché	PLA amidon	Supermarchés suisses et allemands	
Emballages transparents de piles	PLA	Panasonic	
Plateaux et ustensiles de repas rapide	PLA	McDonalds	
Enveloppes/sachets	PLA	Mitsui	
Agriculture et horticulture			
Films à matelasser Clips de fixation de plantes	Polymères d'amidon /PLA	Novamont Cargill- Natureworks Natura	Biodégradabilité au sol

Produit	Polymère	Compagnie	Avantages d'utilisation des Bioplastiques
Biens de consommation de courte durée			
Couches/ disques démaquillants	Amidon	Lacea	Par sa biodégradabilité et difficile recyclage Compostabilité
Cartes de prépaiement	PLA		
Biens de consommation de longue durée			
Maillots chaussettes	PLA	FILA/ Natureworks	Propriétés respirables du matériau Toucher naturel Marketing vert Augmentation de pourcentages renouvelables
Couvertures	PLA	Kanebo Gosei	
Matts	PLA	Natureworks	
Carcasses de walkman	PLA	Sony	
CD	PLA	Sanyo Marvix Media	
Clavier d'ordinateur	PLA	Fujitsu	
Petits composants d'ordinateurs portables	PLA	Fujitsu/Lacea	
Couverture de roue de secours	PLA (composite avec Kenaf)	Toyota	
Intérieurs des automobiles	PLA	Toyota	

D. APPLICATIONS LES PLUS REPRESENTATIVES PAR MATERIAU

	PROPRIETES PRINCIPALES
MATERIAUX À BASE DE PLA	<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none">• Propriétés similaires au PET-PS (PLA non combiné), la fourchette de propriétés s'élargit à PEBD, PEAD ou PP en mélanges avec d'autres bioplastiques• Résistance aux produits aqueux et gras à Te ambiante)• Thermosoudable• Imprimable sans traitement superficiels• Traité par extrusion, thermoformage et injection• Transparent (sans mélange)

APPLICATIONS PAR SECTEUR

CONDITIONNEMENT ET EMBALLAGE



FKUR

Emballage du pain
Innovia Films®

FKUR

Bioplastocs:
emballages pour végétaux
European Bioplastics



FKUR

FKUR

BASF

SAFYPLAST.com

NATUREWORKS

INGEO®

MENAGE /GASTRONOMIE



Natureworks ®

Solanyl

PROPRIETES PRINCIPALES

MATERIAUX À BASE DE PLA

Inconvénients:

- Perméabilité modérée aux graisses et vapeur d'eau (peut s'améliorer avec mélanges à d'autres biopolymères)
- Cassable
- Requiert séchage préalable à sa transformation

APPLICATIONS PAR SECTEUR

TEXTILES /HYGIENE



Natureworks®

AGRICULTURE



Protecteurs de plantes et film de matelassage
FKUR.com

Pots de replantage
NNZ®
(European Bioplastics.com)

ELÉCTRIQUE/ELECTRÓNIQUE



Natureworks ® European Bioplastics.com

PROPRIETES PRINCIPALES

MATERIAUX À BASE D'AMIDON

Avantages:

- Abondant dans la nature
- Bonnes propriétés mécaniques (**PEBD/PS**)
- Scellable et imprimable sans traitement superficiel
- Barrière à gaz (CO_2 y O_2) et arômes similaire au PET et PA
- Hydrosoluble

Inconvénients:

- Matériau très sensible à l'humidité
- Haute perméabilité à la vapeur d'eau
- Plus grande densité
- Traitement compliqué par extrusion
- Fragile

APPLICATIONS PAR SECTEUR

CONDITIONNEMENT ET EMBALLAGE:

Sacs, maillots, emballages pour légumes et produits frais, emballage secteur hygiène, emballages en mousses, sacs de déchets

MENAGE /GASTRONOMIE:

Ménage jetable

TEXTILES /HYGIENE:

Mailles

AGRICULTURE:

Films à matelasser

AUTOMOBILE:

Additif pour pneumatiques

Autres applications pour résines hybrides

Secteur médical



Natureworks ® European Bioplastics.com

PROPRIETES PRINCIPALES

MATERIAUX À BASE DE PHA

Avantages:

- Propriétés similaires au **PEBD**
- Barrière aux gaz similaire au **PET**
- Résistant aux graisses et dissolvants
- Bon rapport d'élongation pour processus de soufflage
- Stabilité face à l'hydrolyse

Inconvénients:

- Très sensible à la dégradation thermique
- Problématique à l'extrusion (exception PHBH)
- Très cassant
- Viscosité en fonte très basse

APPLICATIONS PAR SECTEUR © Mirell (Metabolix-Relles, USA)

AGRICOLE SACS COMPOSTABLES



ELEMENTS DURABLES DIFFERENTS SECTEURS



APPLICATIONS SPÉCIALES



PROPRIETES PRINCIPALES

MATERIAUX À BASE DE CELLULOSE

Avantages:

- Abondant dans la nature
- Versatilité en applications
- Biodégradable
- Recyclable thermochimiquement
- Coût plus bas

Inconvénients:

- Matériau très sensible à l'humidité
- Haute perméabilité à la vapeur d'eau
- Films translucides
- Films non transparents à 100%

APPLICATIONS PAR SECTEUR © Mirell (Metabolix-Relles, USA)

CONDITIONNEMENT ET EMBALLAGE



FKUR © Natureflex © de INNOVIA films différentes applications d'emballage souple

APPLICATIONS DIVERSES:



Applications avec Biograde © de FKUR

The logo consists of a stylized hand in a light purple color, cupping a green and yellow globe. The hand and globe are positioned above the letter 'e' in the word 'Remar'.

Remar

Red Energía y Medio Ambiente
Réseau Énergie et Environnement