



# Les bioplastiques aujourd'hui et demain



**BIOPLAST**  
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle



# GBCC...Une brève histoire du temps



**RDI sur biopolymères et biomatériaux innovants**



## Quelques chiffres ...



créée en 2017



**3 personnes**

1 Ingénieur chimie et biologie titulaire d'un MBA  
1 Ingénieur chimie des polymères  
1 administratif

### INDUSTRIEL

70 %  
de  
l'ensemble  
des clients

Trouver une solution  
qui fait sens avec un réel intérêt  
économique et écologique

80 %  
du CA



Comprendre la  
science des biopolymères  
et trouver des innovations de  
rupture afin d'être force de  
proposition

30 %  
de  
l'ensemble  
des clients

20 %  
du CA

### ACADEMIQUE

# Nos services de caractérisations des bioplastiques




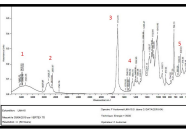

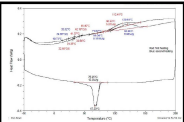

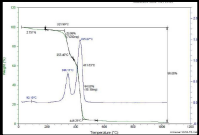




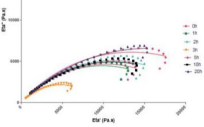

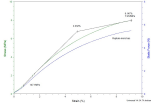
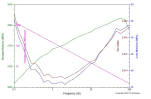

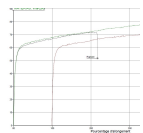




Analyses physicochimiques et thermiques

Analyses Rhéologiques

Analyses Mécaniques

Analyses de dégradation biotique et abiotique



<p><b>IRTF</b></p> <p>Analyse Infra Rouge</p>  	<p><b>DSC</b></p> <p>Calorimétrie différentielle</p>  	<p><b>ATG</b></p> <p>Analyse Thermo-gravimétrique différentielle</p>  	<p><b>SEPAP</b></p> <p>Enceinte de Photo-vieillessement artificiel accéléré</p>  	<p><b>MFI</b></p> <p>Melt Flow Index</p>  <p><b>Rhéomètre Cole-Cole</b></p>  	<p><b>DMA</b></p> <p>Analyse mécanique dynamique</p>   	<p><b>Machine de traction</b></p> <p>Traction Déchirure</p>   <p><b>Dart test</b></p>	<p><b>Fragmentation</b></p>  <p><b>Minéralisation labo</b></p> 	<p><b>Vieillessement in situ</b></p>  <p><b>Dégradation abiotique</b></p> 
--	---	---	---	--	--	--	--	--

**1 – En marche vers l'éco-compatibilité**

**2 – Quelles alternatives biosourcées et biodégradables ?**

**3 – Marchés, acteurs et perspectives à 10 ans**

**1 – En marche vers l'éco-compatibilité**

**2 – Quelles alternatives biosourcées et biodégradables ?**

**3 – Marchés, acteurs et perspectives à 10 ans**

# Le monde du plastique...en pleine mutation sous contraintes

## Vers un monde sans plastiques ?

**novethic**

Alternatives au plastique : les solutions (parfois) pires que le remède

**i info**

Le zéro déchets est il forcément vertueux?

**Aujourd'hui...  
ÉCO**

« La rentabilité du recyclage est encore difficile »

*Serge Vassal, président du groupe Barbier,  
5<sup>e</sup> fabricant européen d'emballages plastiques  
pour le commerce, l'industrie et l'agriculture*

**Le Monde**

**La crise sans fin  
des papetiers  
en France**

**UP MAGAZINE**  
L'INNOVATION POUR DÉFI

La révolution nécessaire du plastique : Quelles solutions pour en réduire l'impact ?

**Un monde sous haute instabilité...et en reconstruction !**

# Définition et segmentation

## Positionnement de la problématique : l'éco-conception

Le secteur de la plasturgie a la particularité d'être l'un des premiers à s'être lancé dans des démarches **d'éco-conception**

« L'éco-conception ou l'intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement du produit (biens et services) a pour objectif la réduction des impacts environnementaux négatifs des produits tout au long de leur cycle de vie, tout en préservant la qualité d'usage du produit voire même en l'améliorant. »

*Définition AFNOR*



À la fin des années 1990, la fédération de la plasturgie a notamment travaillé sur le projet EDIT, un outil d'aide à l'éco-conception

# Définition et segmentation

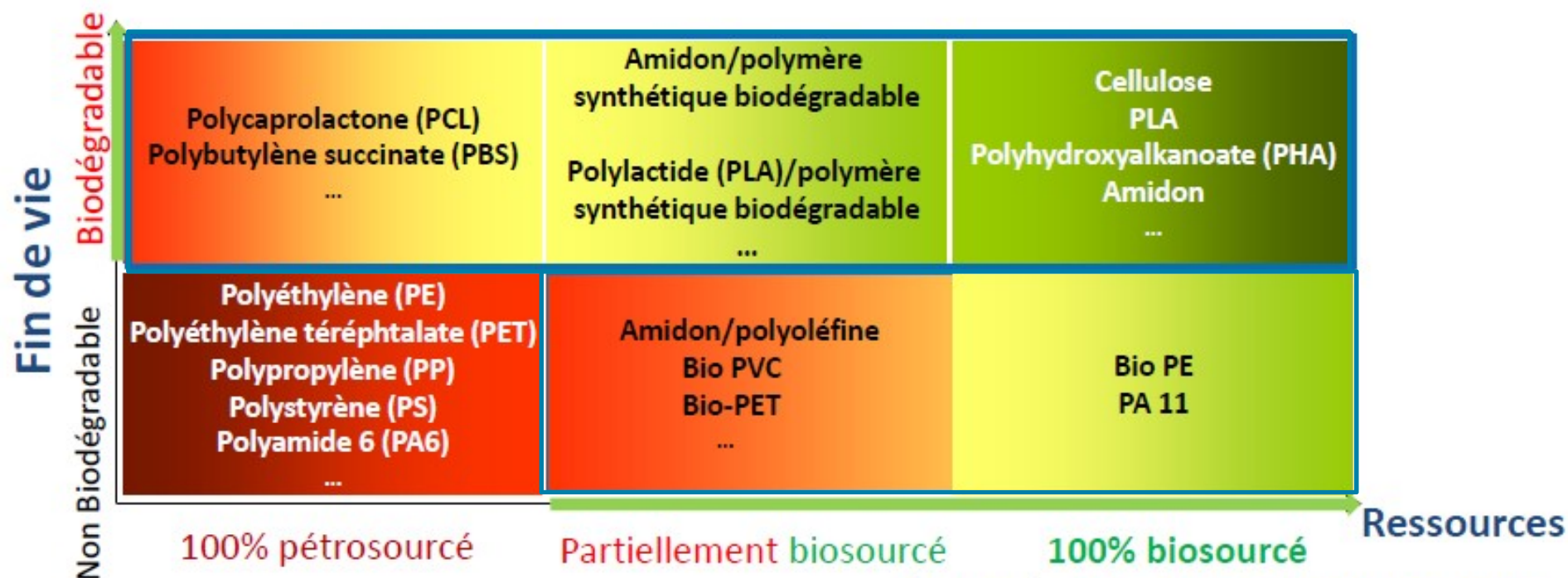
1 voie possible de mise en œuvre



## Les bioplastiques



# Définition et segmentation des bioplastiques



Shen et al., 2009, Report Pro BIP 2009, EPNOE

Un **bioplastique** est un **polymère biosourcé et/ou biodégradable**. Il existe donc **3 grandes familles** de bioplastiques :

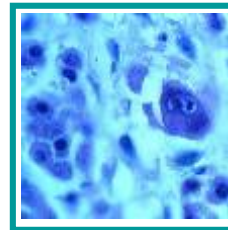
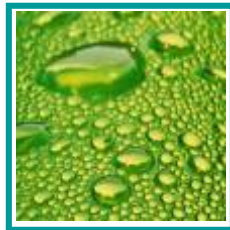
- Polymères biodégradables et biosourcés.
- Polymères biodégradables et fossiles.
- (– Polymères non biodégradables et biosourcés.)

# Définition et segmentation

Qu'est ce que la biodégradation ?

La biodégradabilité est un **processus naturel** de décomposition de la matière organique.

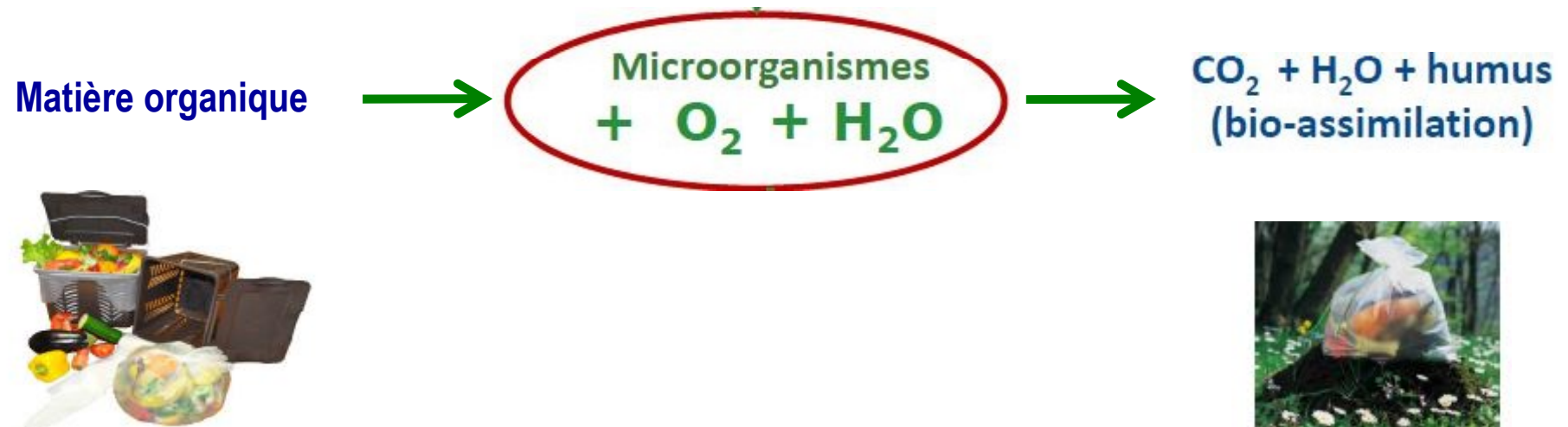
3 facteurs au moins sont indispensables :



# Définition et segmentation

Qu'est ce que la biodégradation ?

La finalité en est la **bioassimilation ultime**



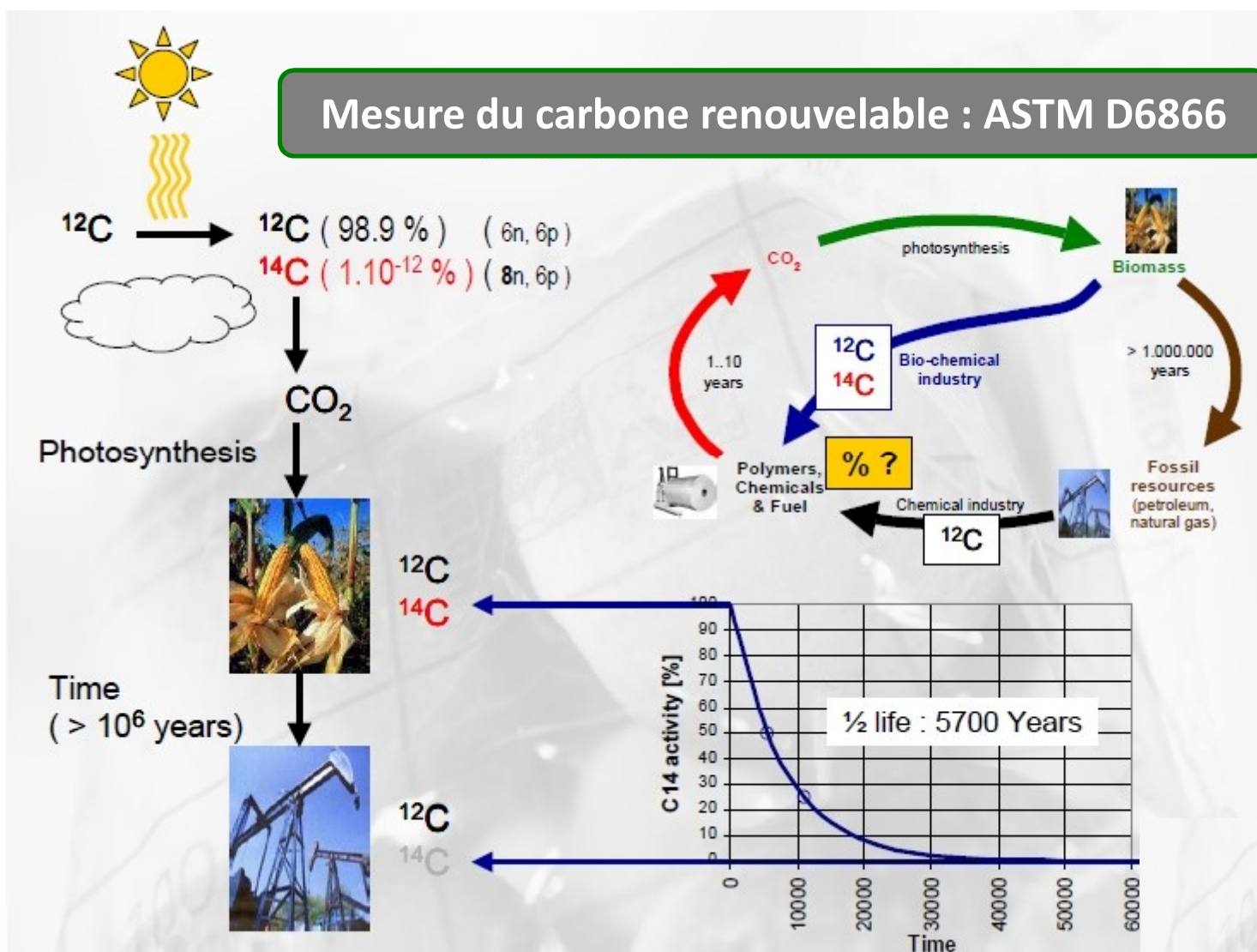
## Définition et segmentation

Le compostage industriel et l'EN13432, socle des bioplastiques biodégradables

Emballages et matériaux d'emballage pouvant être compostés et **traités en aérobiose** en s'intéressant à quatre caractéristiques :

- 1 – la teneur en **métaux lourds**
- 2 – La cinétique de fragmentation : **désintégration physique**
- 3 – la cinétique de biodégradation : **bioassimilation**
- 4 – la **non-écotoxicité** du compost

# Définition et segmentation des bioplastiques



# Dynamique de marché et facteurs de développement

Bioplastiques : marche en avant pour la boucle vertueuse !

Réglementation

Bioéconomie

Stratégie  
« Plastiques »

Concevoir des matériaux ECO-COMPATIBLES

Innovation  
produits

Intrants  
organiques et  
Fin de vie

# Défis réglementaires actuels et à venir sur les emballages

Eco-conception pour réduire l'utilisation des ressources naturelles



**PACK  
ECONOMIE  
CIRCULAIRE**

Jun 2018

**SINGLE USE  
PLASTIC**

Mai 2019

**TAXE SUR  
EMBALLAGES  
NON RECYCLES**

2020

**ALLIANCE  
CIRCULAR  
PLASTICS**

Septembre 2019

**PACTE EUROPEEN  
PLASTIQUE**

Mars 2020



**PACTE EMBALLAGE  
PLASTIQUE**

Février 2019

**LOI ANTI-  
GASPILLAGE  
ECONOMIE  
CIRCULAIRE**

Février 2020

**STRATEGIE  
PLASTIQUE**

Juillet 2020

# Défis réglementaires actuels et à venir sur les emballages

## Réglementation EU sur le packaging

### Responsabilité étendue au producteur (REP)

Schéma EPR obligatoire pour tous les emballages en 2025

Couverture des coûts nécessaires pour un système efficace

Modulation des contributions à partir de 2020

SUP : prise en charge des frais de détritux pour certains emballages (contenants alimentaires, emballages et emballages en matériau souple, contenants à boissons, gobelets à boissons) au plus tard le 05/01/2023

### Eco-design & recyclage

Nouveau point de calcul: mise en œuvre sur 2020, communication à Eurostat d'ici mi-2021

Intégration de matière recyclée: 25% pour les bouteilles en PET d'ici 2050, 30% d'ici 2030 pour toutes les bouteilles en plastique

Bouchons attachés à toutes les boissons en plastique emballage à partir du 03/07/2024

Taux de collecte séparé pour le recyclage des bouteilles de boissons en plastique: 77% d'ici 2025, 90% d'ici 2029

Objectifs de recyclage des déchets d'emballages d'ici 2025 et 2030: 65% pour tous les emballages en 2025, 70% d'ici 2030, 50% et 55% pour les plastiques, 75% et 85% pour le papier

### Autres actions

**Tri des biodéchets à partir de 2023**

Restriction de commercialisation pour certains produits en plastique à usage unique (directive SUP: cotons-tiges, couverts, assiettes, bâtonnets, bâtonnets de ballons, etc.)

Collecte sélective obligatoire des textiles et des déchets dangereux à partir de 2025

**Mise en décharge des déchets municipaux limitée à 10% en 2030**

Interdiction de mettre en décharge les déchets collectés séparément pour réutilisation ou recyclage en 2030

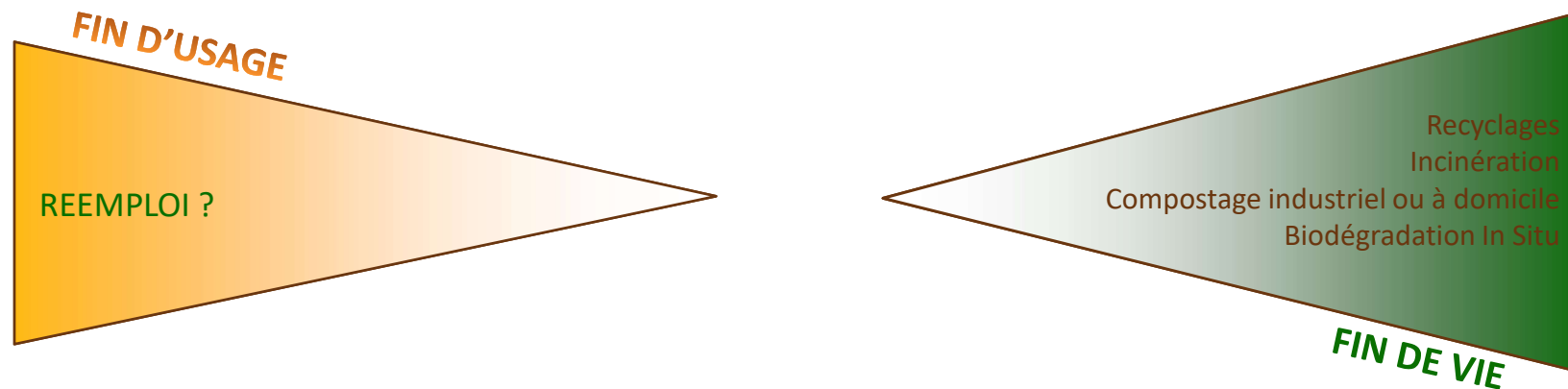


# Une nouvelle boussole : l'éco-compatibilité...

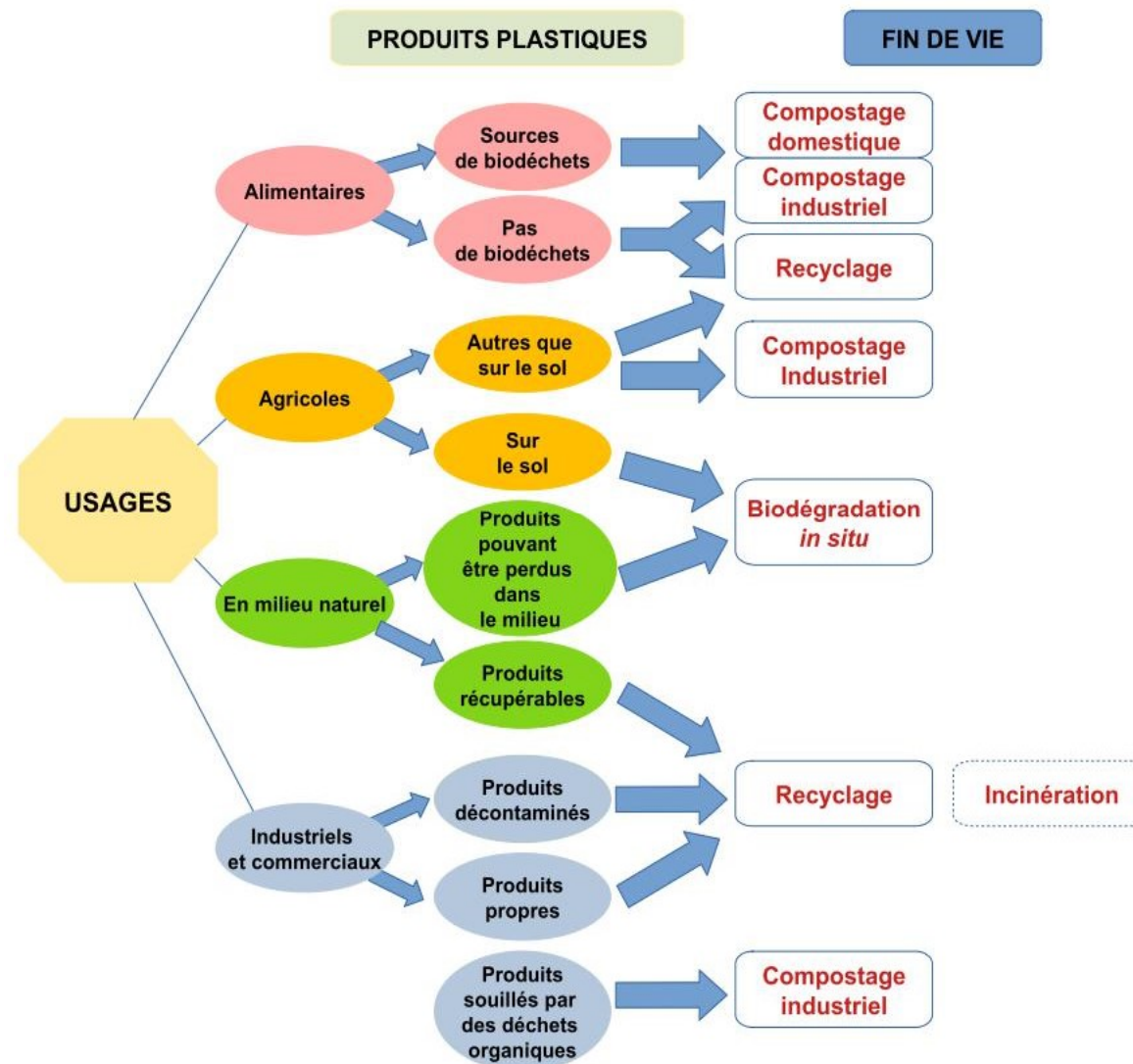
Qu'est ce que l'éco-compatibilité ?



Préserver l'intégrité des milieux naturels sur le long terme



# Une nouvelle boussole : l'éco-compatibilité...



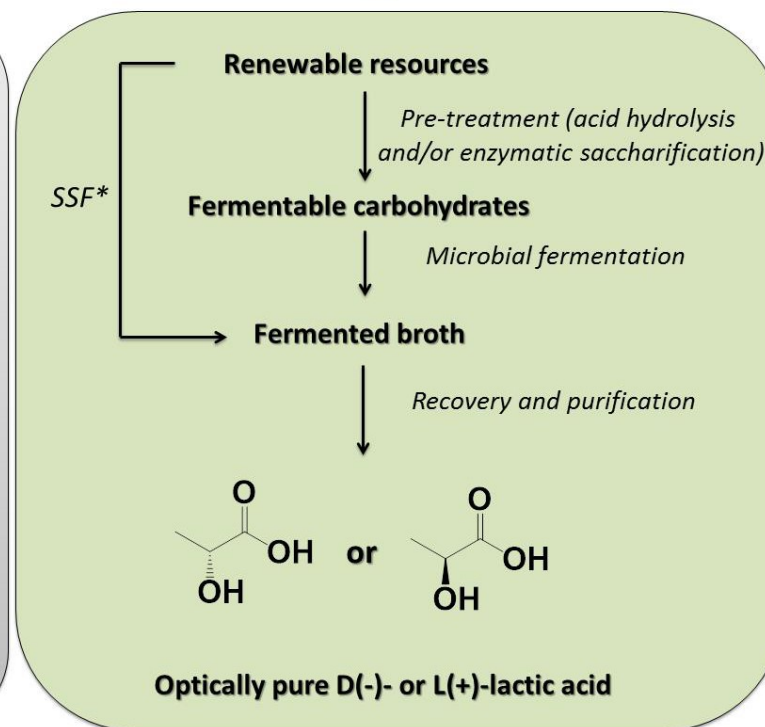
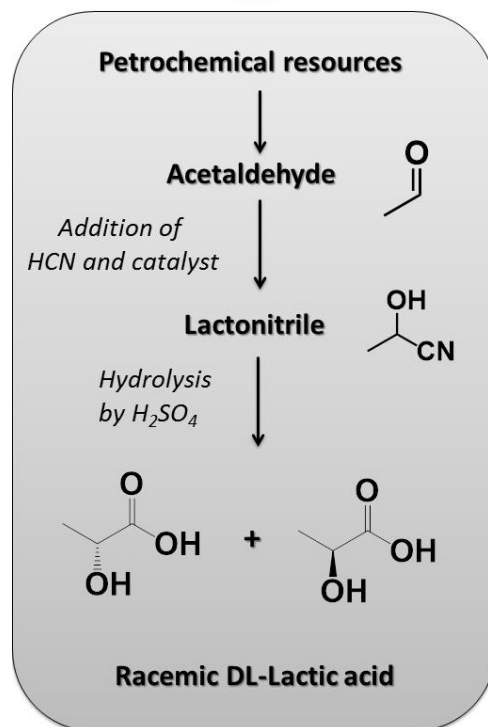
**1 – En marche vers l'éco-compatibilité**

**2 – Quelles alternatives biosourcées et biodégradables ?**

**3 – Marchés, acteurs et perspectives à 10 ans**

# Produits et caractérisations

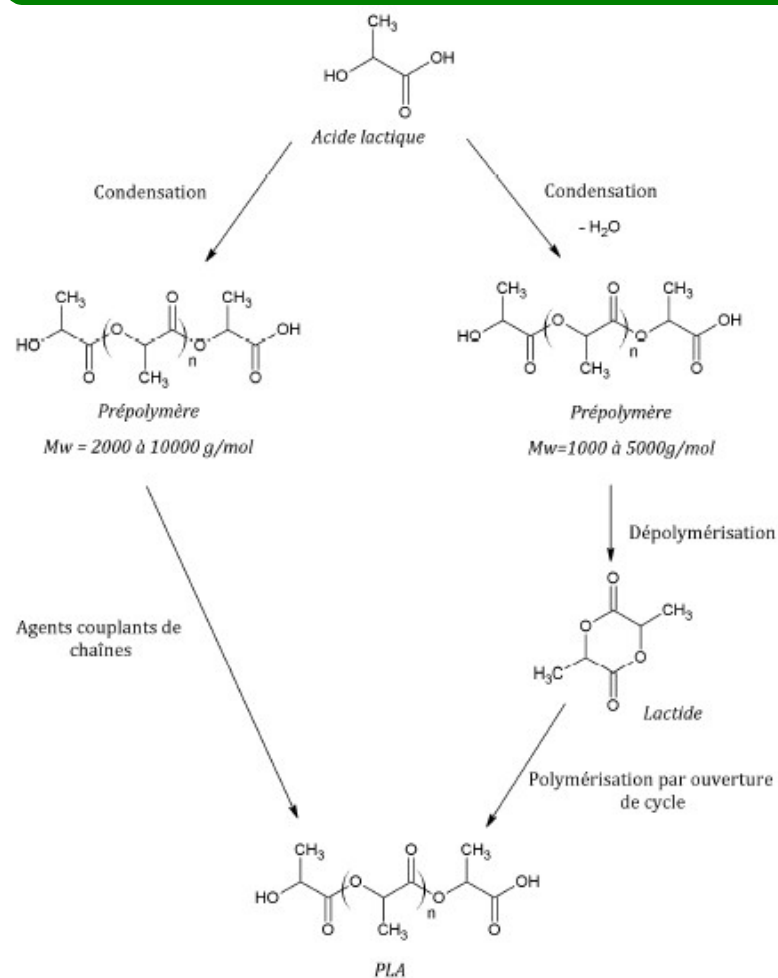
## Le PLA...les PLAs : voies de production



\*SSF: Simultaneous Saccharification and Fermentation

# Produits et caractérisations

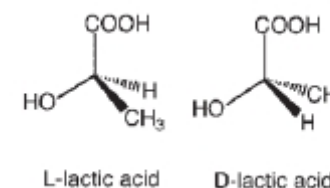
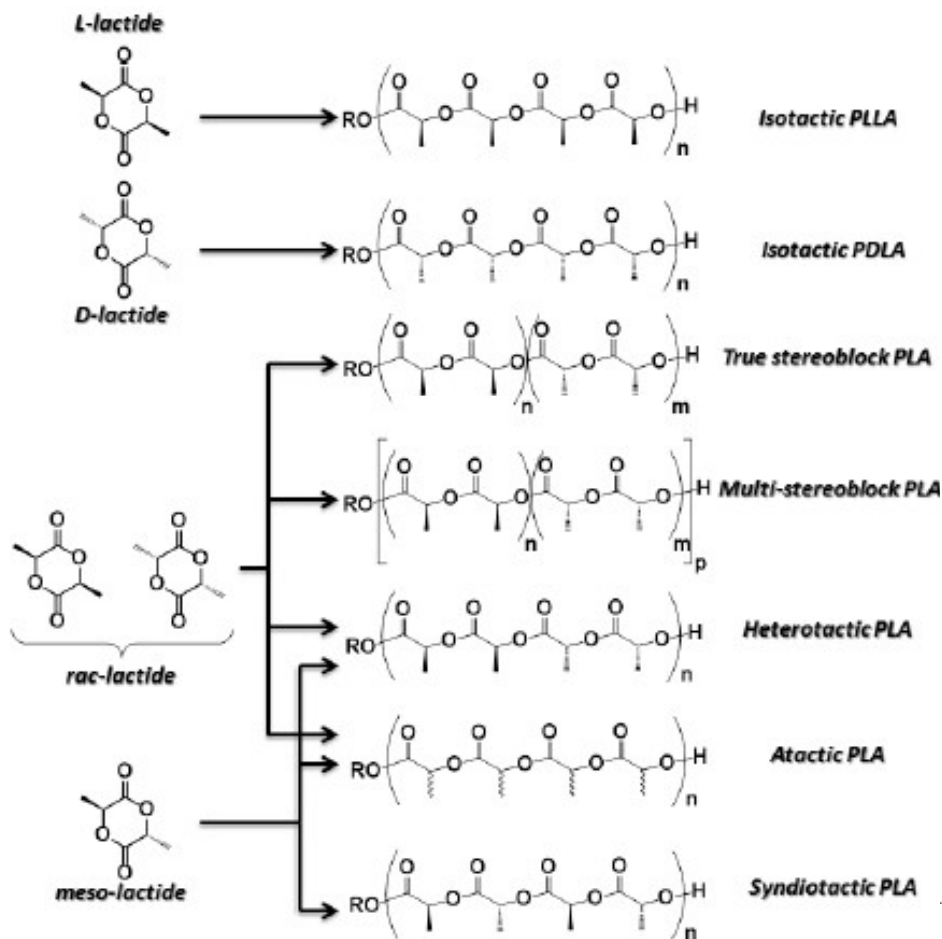
## Le PLA...les PLAs : voies de production à partir de RR



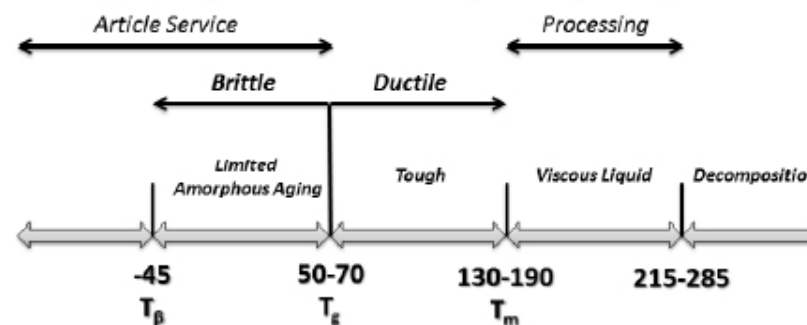
**Cargill Dow LLC**, entreprise spécialisée dans la synthèse du PLA, a breveté un procédé de production qui permet l'obtention d'un polymère partiellement bio-sourcé à faible coût. L'acide lactique est obtenu par fermentation du dextrose.

# Produits et caractérisations

## Le PLA...les PLAs : stéréochimie et purification



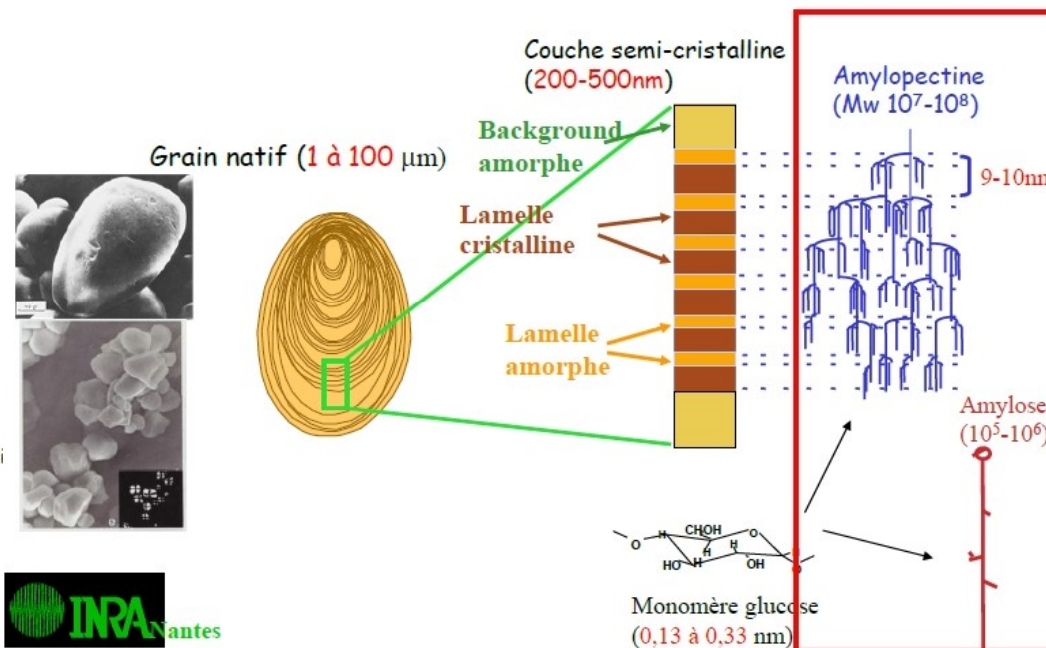
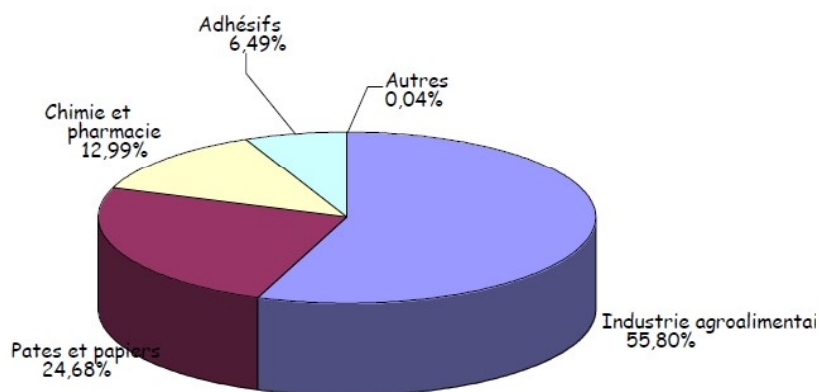
Physical properties	Stereo-complexed PLA	PLLA	PDLLA	Syndiotactic PLA
T <sub>m</sub> (°C)	220-230	170-180	-	151
T <sub>g</sub> (°C)	65-72	55-60	50-60	34
ΔH <sub>m</sub> (100%) (J.g <sup>-1</sup> )	142	93	-	-



# Produits et caractérisations

## Agro-polymères et dérivés : l'amidon

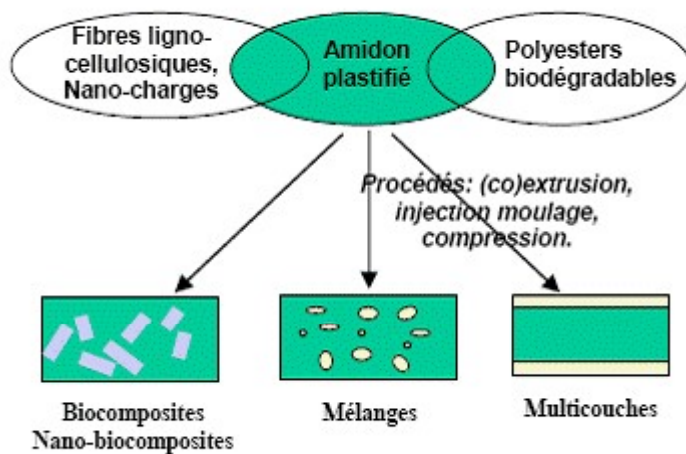
Production en Europe 2012: 10 600 000 T (2 600 000 Ha) : Maïs 43%, blé 46%, pomme de terre 11% (USIPA, <http://www.usipa.fr/>)  
Autres sources (manioc, pois, riz...)



L'amidon est un homopolymère  $\alpha(1-4)$  de D-Glucose, biosynthétisé sous forme de grains semi-cristallins dont la taille et la forme dépendent de l'origine botanique

# Produits et caractérisations

## Agro-polymères et dérivés : l'amidon et applications



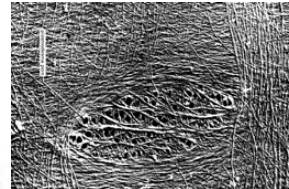
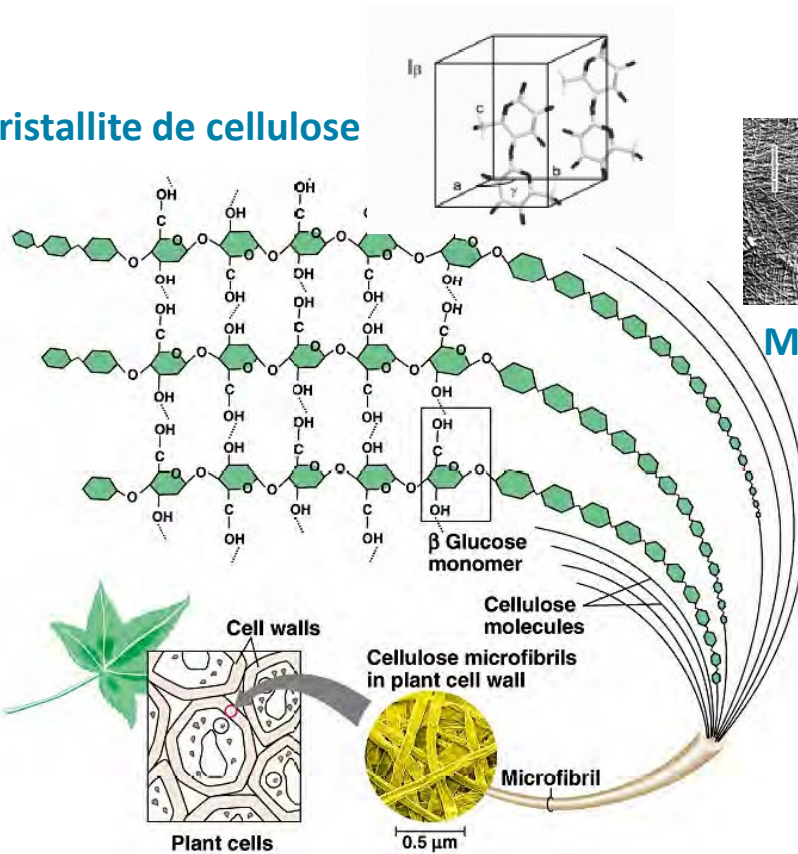


# Produits et caractérisations

## Agro-polymères et dérivés : la cellulose

La cellulose est un homopolymère  $\beta(1-4)$  de D-Glucose, biosynthétisée sous forme de fibrilles

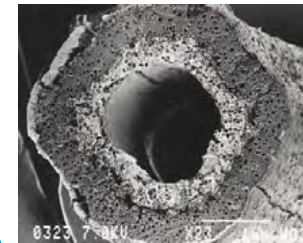
### Cristallite de cellulose



### Microfibrilles de cellulose

Matériaux	Densité	$\sigma_{\text{rupt}}$ (Gpa)	Module E (Gpa)
Fibre verre	2.5	2.4	70
Fibre acier	4	3	210
Whiskers	1.5	12	150

### Paroi végétale (cellulose/hémicellulose/ Pectines/lignines)



### Tige et fibres



# Produits et caractérisations

## Agro-polymères et dérivés : la cellulose et ses dérivés

La cellulose est utilisée depuis plusieurs dizaines d'années pour la production de matières premières et de film plastiques (*Cellophane*).

On retrouve actuellement sur le marché la cellulose sous deux formes  
Principales :

- **Film biosourcé, biodégradable et compostable** : produits Natureflex de chez Innovia Films. Ces films présentent de très bonnes propriétés barrières (métallisation) et une bonne transparence.

### Producteur :

Innovia Films : environ 20.000 tonnes / an (depuis juillet 2016, Futamura).

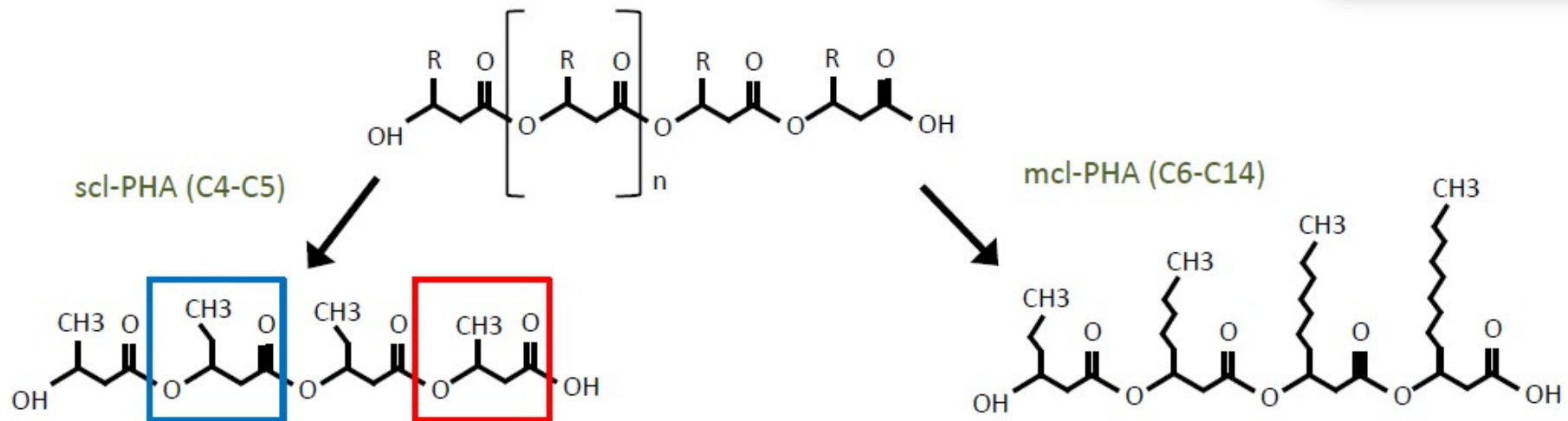
- **Esters de cellulose non biodégradables utilisés principalement** sous forme de plaques et en injection moulage : acétate, propionate, butyrate de cellulose... Ces matrices sont transparentes, et ont des propriétés équivalentes à un ABS (mécanique, thermique...) mais ont un prix élevé (> 5 €/kg).



# Produits et caractérisations

## Agro-polymères et dérivés : les PHA

Les polyhydroxyalkanoates (**PHA**) sont des polyesters linéaires produits dans la nature par fermentation bactérienne de sucres ou lipides. Ils sont produits sous contraintes nutritionnelles par les bactéries pour stocker du carbone et de l'énergie

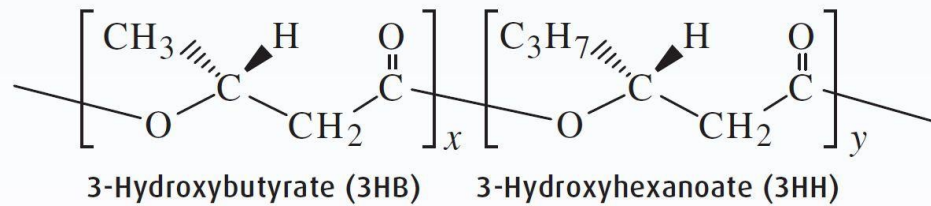


➤ **scl-PHA** : majoritairement des homopolymères  
**PHB**, **PHV** : propriétés proches des plastiques conventionnels  
PHB rigide et friable

➤ **mcl-PHA** : majoritairement des hétéro-polymères  
Elastomères, caoutchoucs

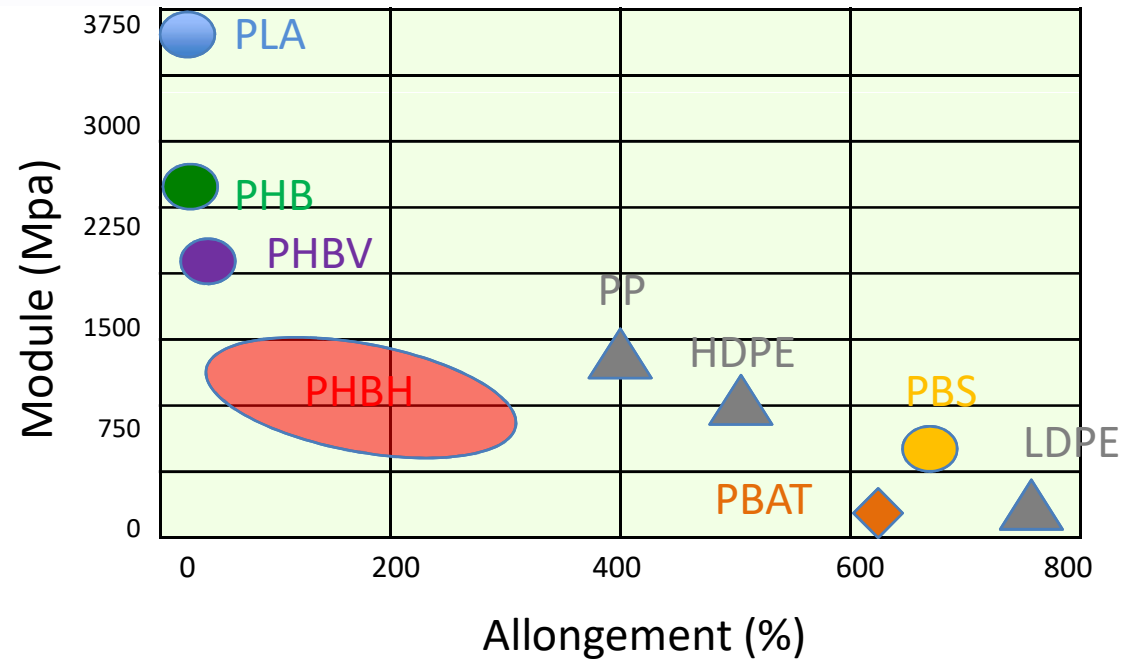
# Produits et caractérisations

## Exemple du PHBH



Grade rigide : **3HB/3HH = 94/6**

Grade flexible : **3HB/3HH = 89/11**



# Produits et caractérisations

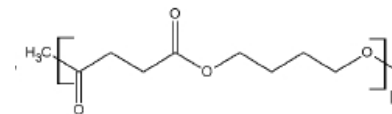
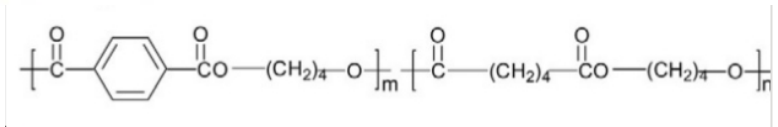
## Famille des polyesters biodégradables

La famille des **polyesters biodégradables** regroupe un ensemble de polymères fabriqués à partir de **ressources fossiles et/ou végétales** et dont la structure chimique leur permet d'être **biodégradables et compostables**.



Les principaux matériaux disponibles sont aujourd'hui :

- Les PolyButylène-co-Aliphat-co-Téréphtalate : **PBAIT**
- Le PolyButylèneSuccinate : **PBS**
- Le PolyButylène-co-Succinate-co-Adipate : **PBSA**



**1 – Définitions, segmentation et réglementations**

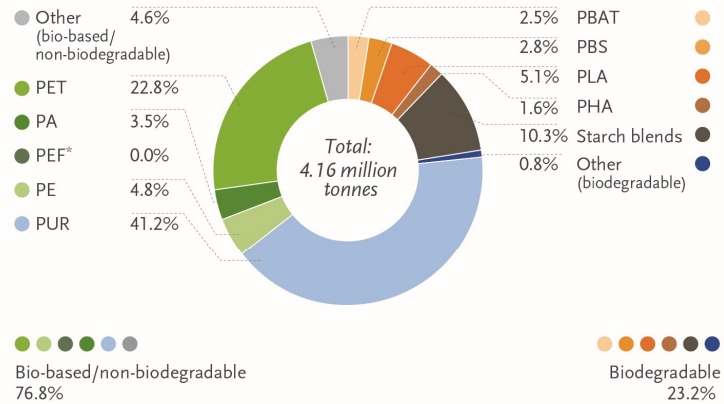
**2 – Produits et caractérisations**

**3 - Marchés, acteurs et perspectives à 10 ans**

# Marché et acteurs industriels

## Le marché des bioplastiques

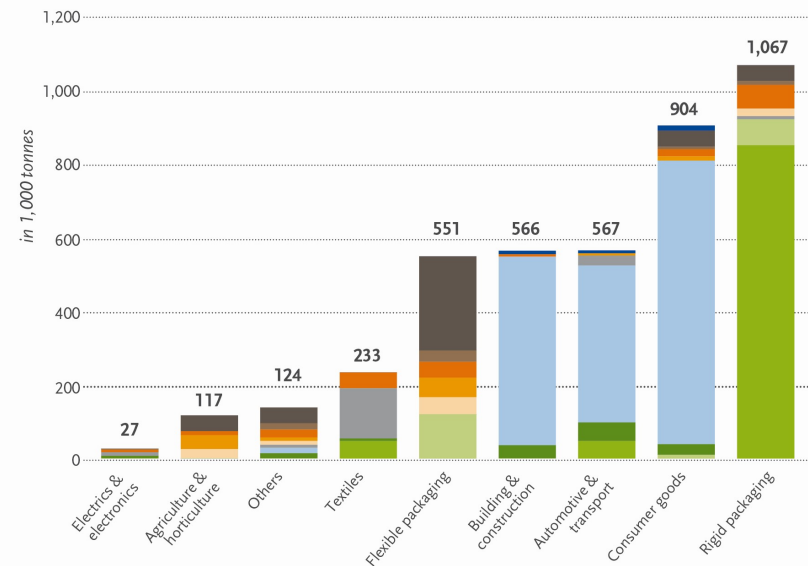
Global production capacities of bioplastics 2016 (by material type)



\*PEF is currently in development and predicted to be available in commercial scale in 2020.

Source: European Bioplastics, nova-Institute (2016).  
More information: [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets) and [www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market)

Global production capacities of bioplastics 2016 (by market segment)



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2016). More information: [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets) and [www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market)

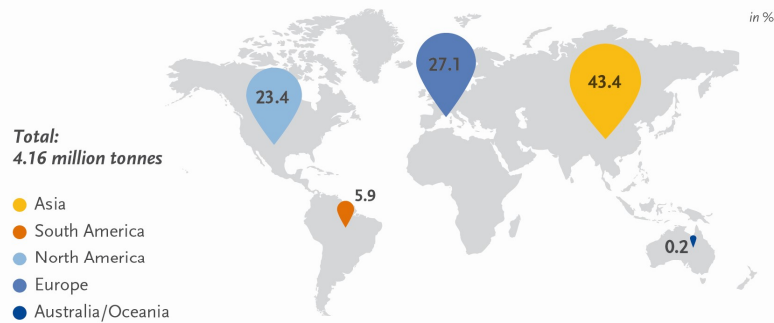
### Chiffres largement surestimés :

- ✓ Pas forcément sur les 'biosourcés durables'
- ✓ Matériaux biodégradables : vers 600 / 700 kT

# Marché et acteurs industriels

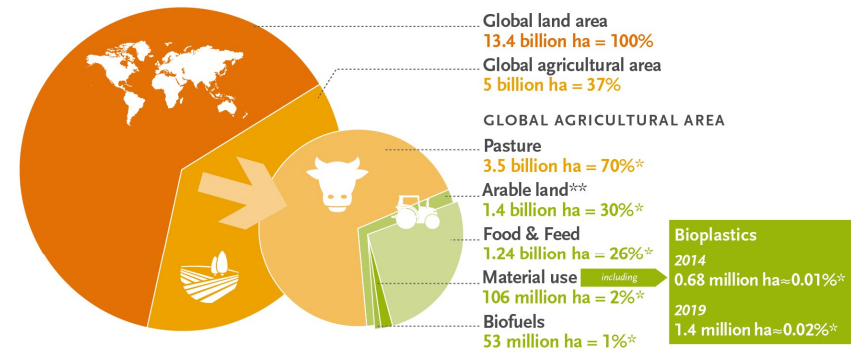
## Le marché des bioplastiques

Global production capacities of bioplastics in 2016 (by region)



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2016).  
More information: [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets) and [www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market)

Land use for bioplastics 2014 and 2019



Source: European Bioplastics, Institute for Bioplastics and Biocomposites, nova-Institute (2015).  
More information: [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets) and [www.downloads.ifbb-hannover.de](http://www.downloads.ifbb-hannover.de)

\* In relation to global agricultural area  
\*\* Also includes approx. 1% fallow land

### Une production qui se déplace :

- ✓ EU n'a plus le leadership
- ✓ Asie en tête (Total/Corbion par ex.)

### Attention à la consommation de terres arables :

- ✓ Pas de pb en EU et US (jachères)



## Marché et acteurs industriels

### Augmentation de capacités des acteurs (2019)

Acteurs	Produits	Augmentation des capacités (kT)
TOTAL/Corbion	PLA	+75 (+100)
Hisun&Cofco	PLA	+20 à 50
Novamont	CoPolyesters	+ 70
FUTERRO	PLA	+30 (+100)
Danimer	PHA	+ 30
KANEKA	PHA	+ 50
FKUR	Compound	+ 50
Biotec	Compound	+ 20

# Marché et acteurs industriels : l'avenir

## 3 approches

Partir d'un polymère biodégradable et le rendre biosourcé

**BDO et PDO:** BASF ; Kingfa, Novamont

**Acide biosourcé :** BASF/PURAC , Novamont

Incertitudes économiques avec l'augmentation du taux de RR

Partir d'un polymère biosourcé et le rendre biodégradable

**Enzyme dégradant le PLA :** Carbiolice

**Compound/PLA :** Producteurs PLA (Corbion)

Incertitudes réglementaires

Partir d'un polymère quelconque et le rendre biodégradable

**L'approche chimio-attractante**

Enzymoplast, Carbios, BNT Force, Biologix

Incertitudes technologiques

Incertitudes réglementaires

Incertitudes économiques



**Vous remerciant de  
votre attention**