

Est-ce que les polymères biosourcés sont-ils si verts que ça ?

Jean-Marie RAQUEZ

Centre d'Innovation et de Recherche en Matériaux Polymères - CIRMAP

Université de Mons, 7000 Mons

Centre de Recherche Materia Nova asbl

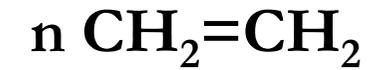
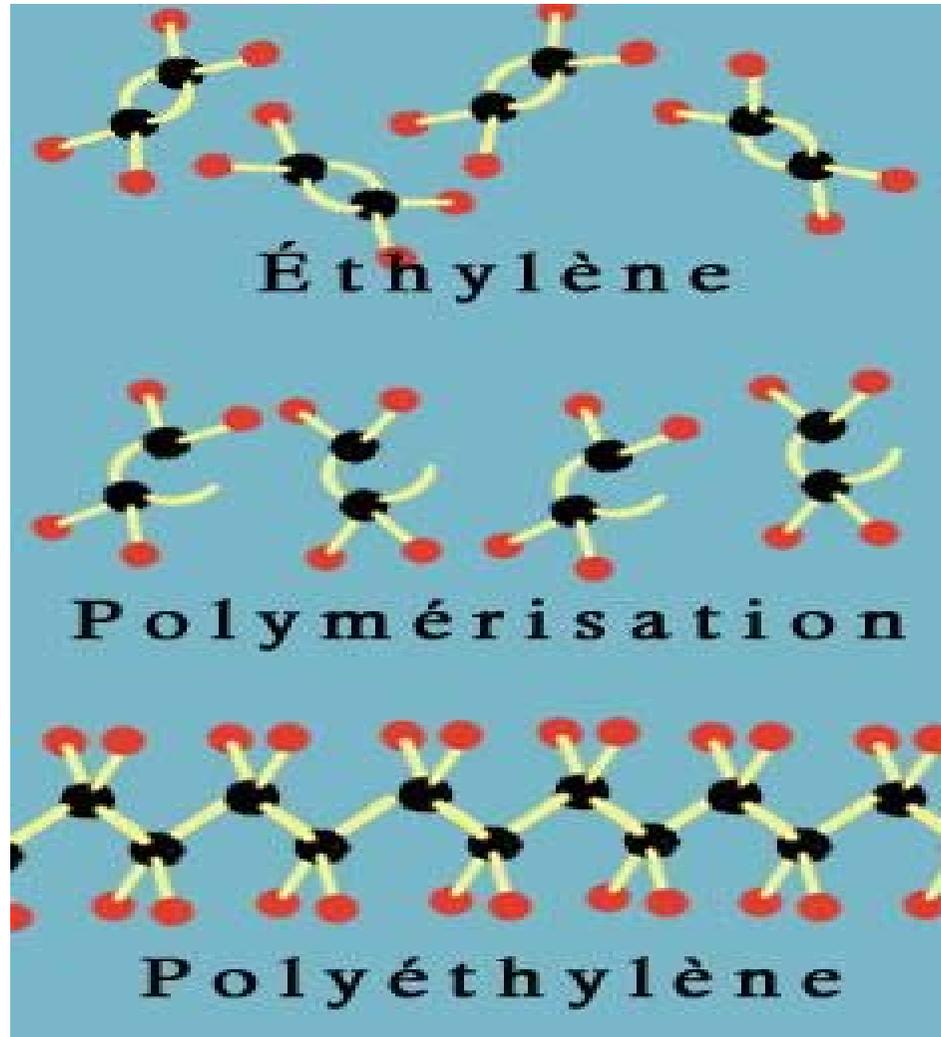
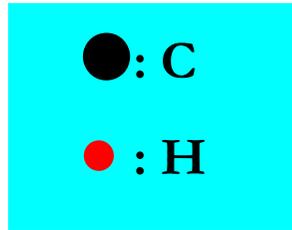
<http://morris.umons.ac.be/SMPC/>



Définition des matériaux polymères

Matières « plastiques » = POLYMERES

➔ Obtenus par réaction de polymérisation



MACROMOLECULES

REPARTITION DE LA PRODUCTION MONDIALE

Polymères synthétiques	1940	1950	1960	1970	1980	1990	~ 2000
Thermoplastiques	0.2	2	8	32	55	95	140
PE	-	0.5	2	8	18	30	45
PP	-	-	-	2	8	15	25
PS	-	0.5	2	10	12	20	25
PVC	-	1	3	10	12	20	30
Autres*	-		1	2	5	10	15
Thermodurcissables**	0.3	1	1.5	5	8	14	17
Elastomères***	-	1	2	5	8	11	16
Fibres	0.5	2	4	9	15	20	25

(en millions de tonnes / an)

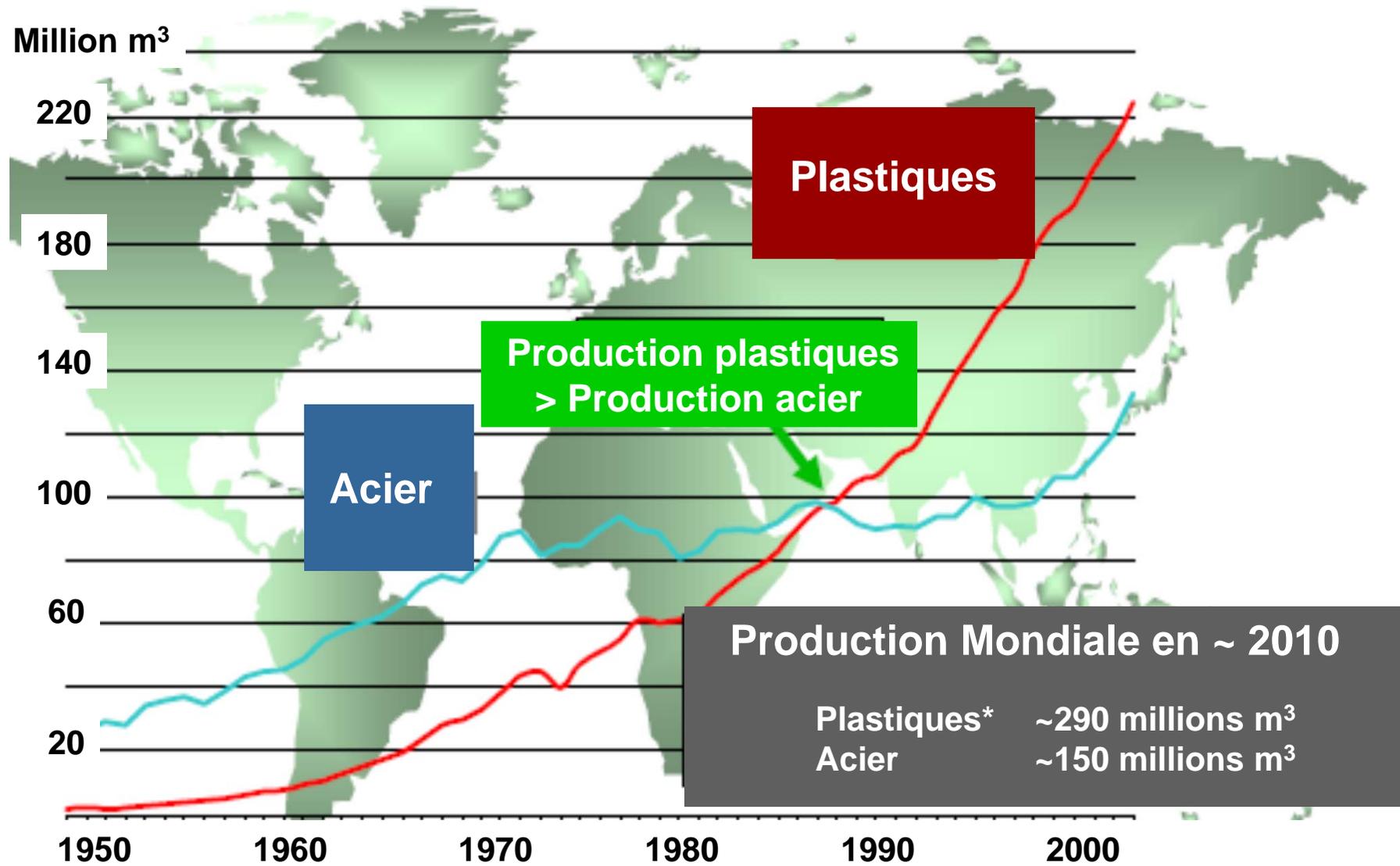
* *Acryliques, polyesters, polyamides, polycarbonates, polyuréthanes,...*

** *Résines époxy, phénolique, mélamine, polyester insaturé,...*

➔ Thermoplastiques de masse (80%) > fibres > thermodurcissables ~ élastomères

└─> Polyoléfines > PVC ~ PS
(PE > PP)

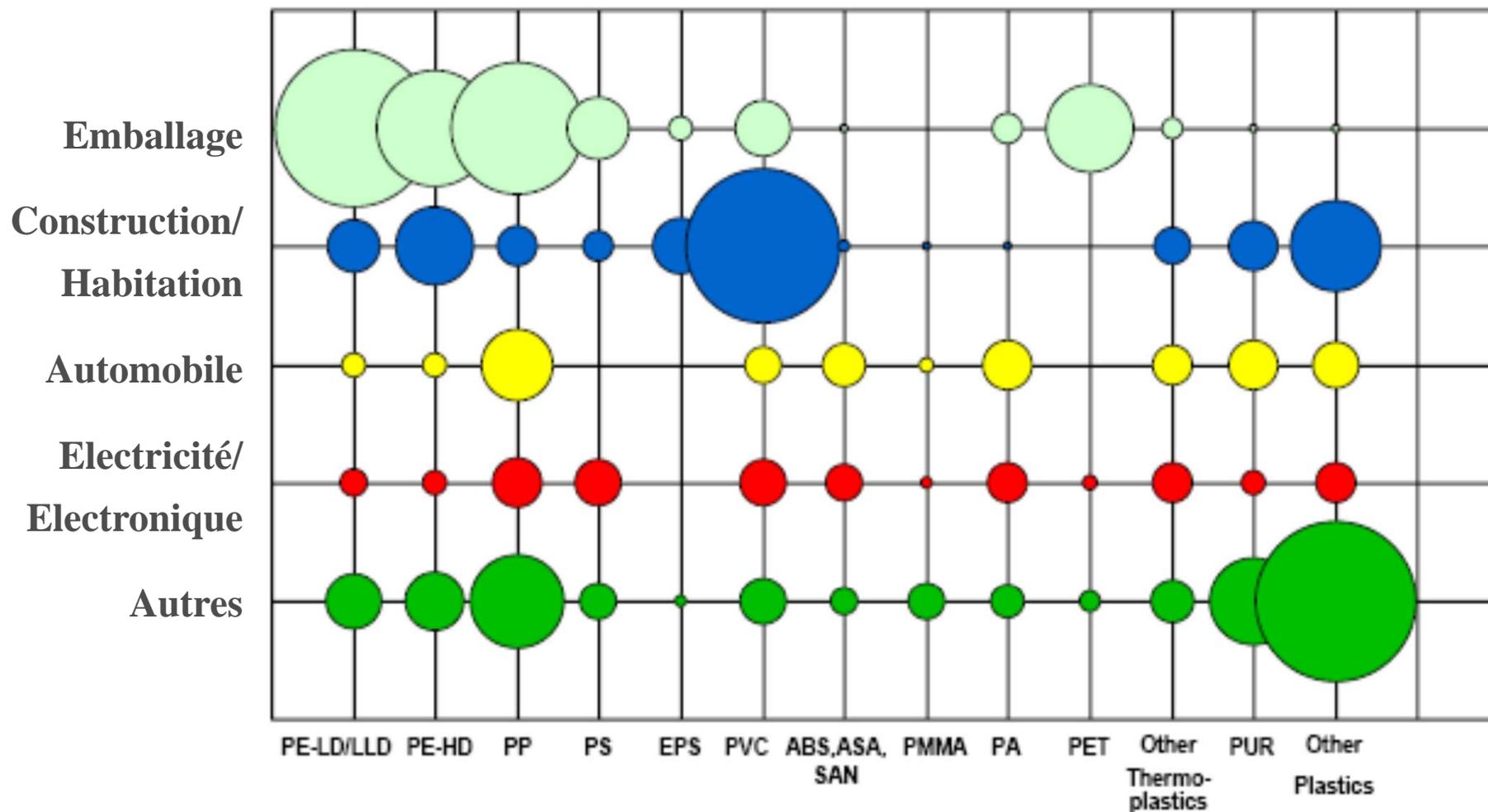
Comparaison production ACIER - PLASTIQUES



*) incl. Adhésifs, fibres, dispersions, « coatings »

Source : PlasticsEurope

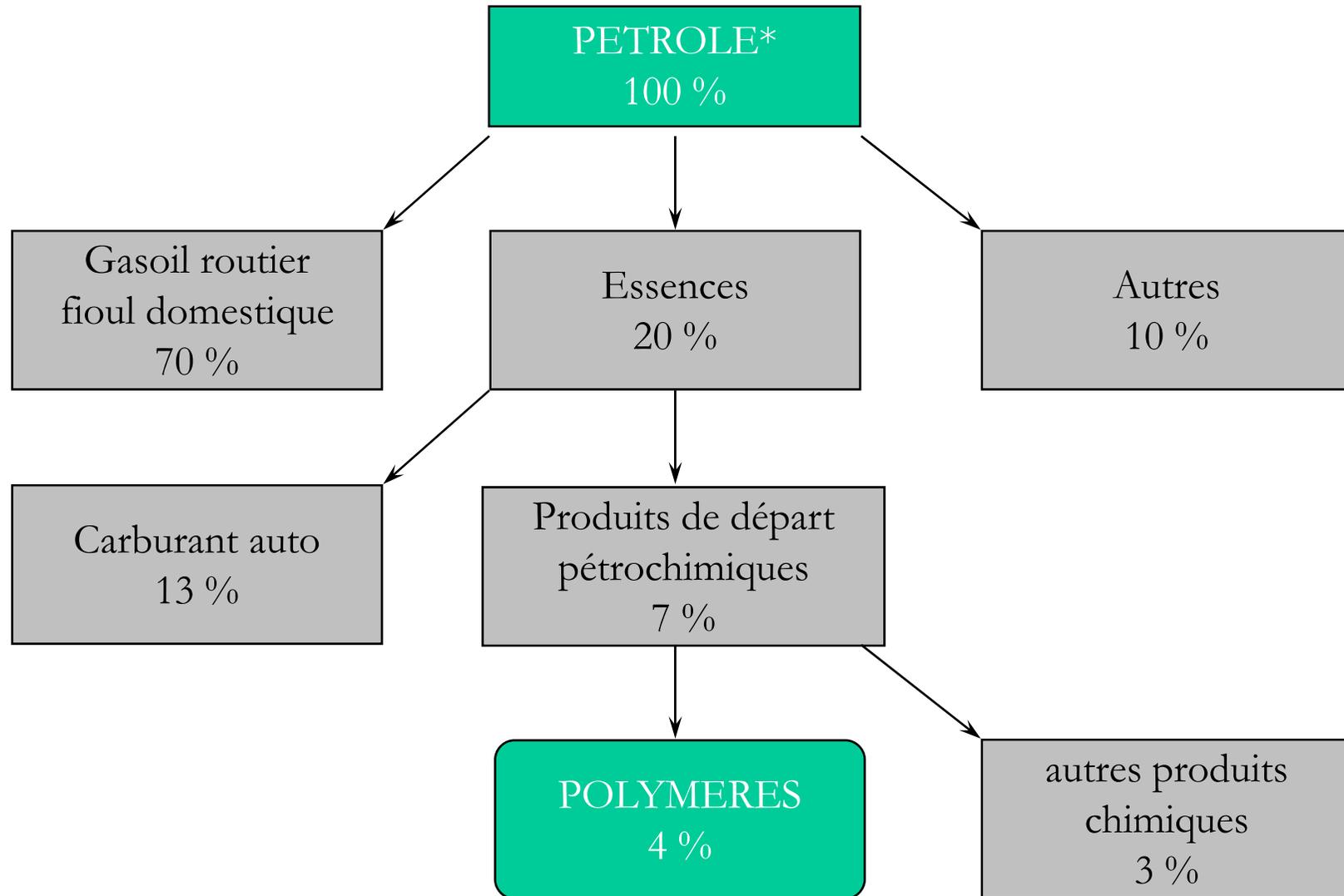
SECTEURS D'APPLICATIONS DES POLYMERES



Source : PlasticsEurope

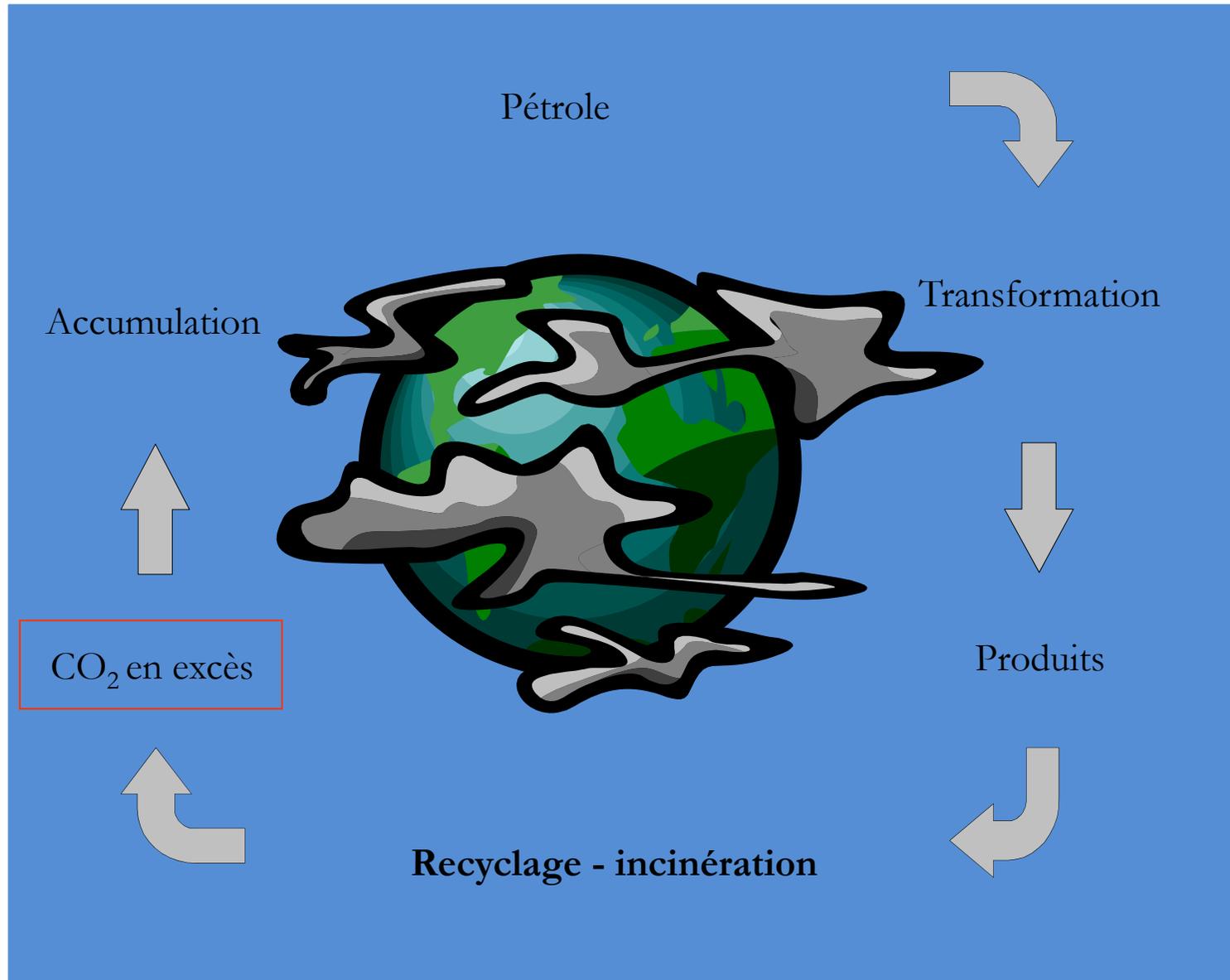
Autres : médical, pharmaceutique, agriculture, transport, textiles...

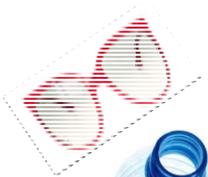
MATERIAUX POLYMERES ISSUES DE RESSOURCES FOSSILES: PETROCHIMIE



(* Production ~ 4 10⁹ tonnes / an)

Cycle non-fermé du carbone





CONSOMMATION PLASTIQUE: QUEL IMPACT POUR L'ENVIRONNEMENT?

POLLUTION DRAMATIQUE DES TERRES ET OCEANS





Matériaux « plastiques » : Bilan de la situation

- **Indispensables** à notre société moderne (*en pleine évolution sur l'ensemble de la planète*)
- **En croissance permanente** (*environ 290 millions de tonnes en 2010*)

Mais...

- Strictement **dépendant du pétrole** (*ressource fossile non renouvelable et donc limitée dans le temps*) et donc des **problèmes géopolitiques** connexes (*évolution chaotique des coûts*)...
- **Accumulation** (*irréremédiable ?*) **des déchets...**
- En cas d'incinération : **croissance** inexorable du **CO₂ atmosphérique...**

Existe-il des solutions plus durables ?

La solution : les bioplastiques ?

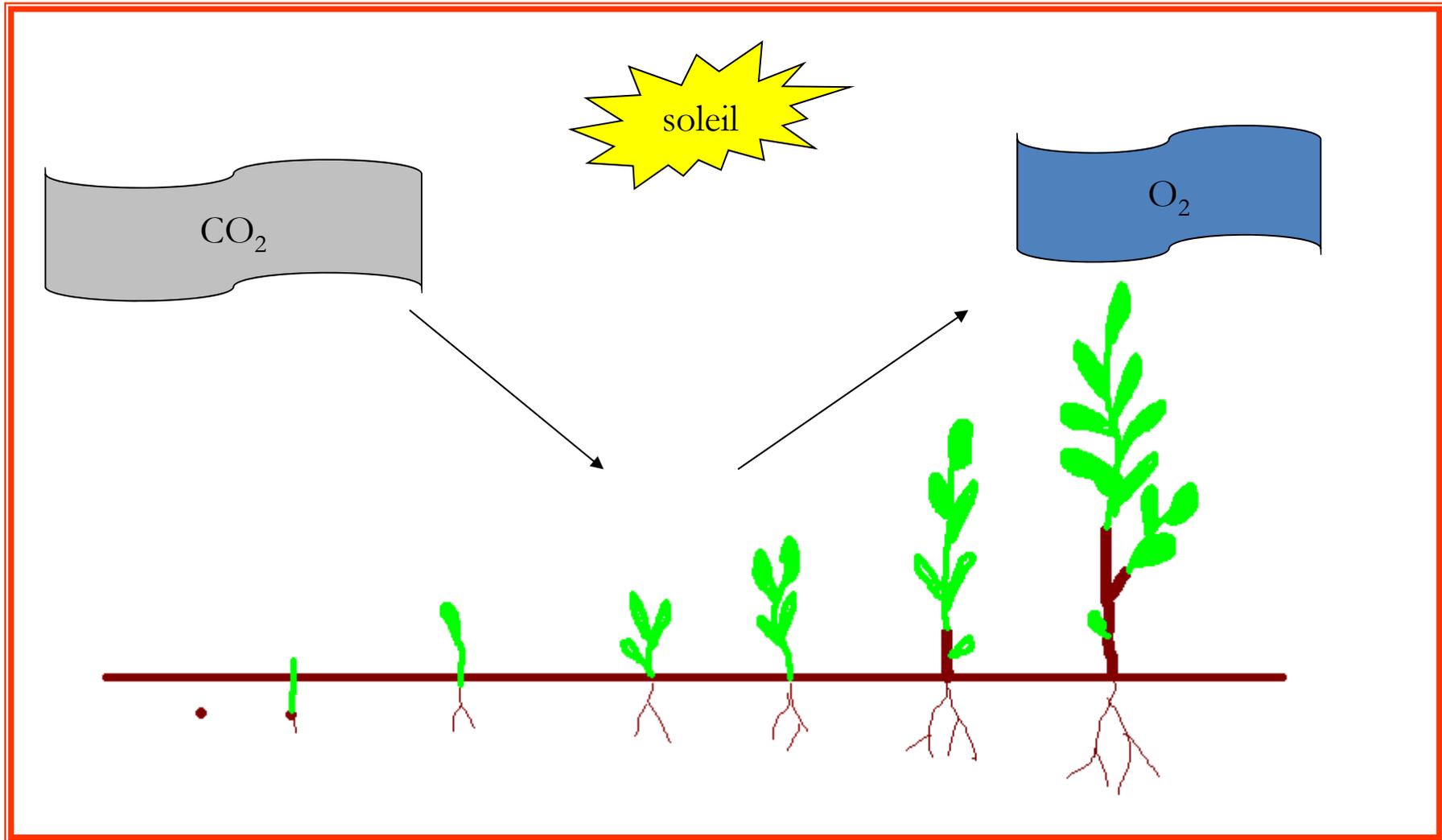
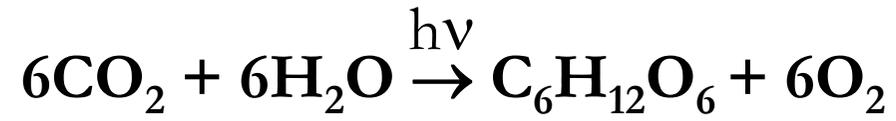
- **Bioplastiques***: polymères issus de ressources *renouvelables* (agricoles)
- **Biodégradables** : polymères à *durée de vie* contrôlée et *limitée*...

* Aussi dénommés '**Plastiques bio-sourcés**'

çàd contenant en totalité ou partiellement du « carbone » issu de ressources renouvelables

(source : Prof. R. Narayan, nov. 2007)

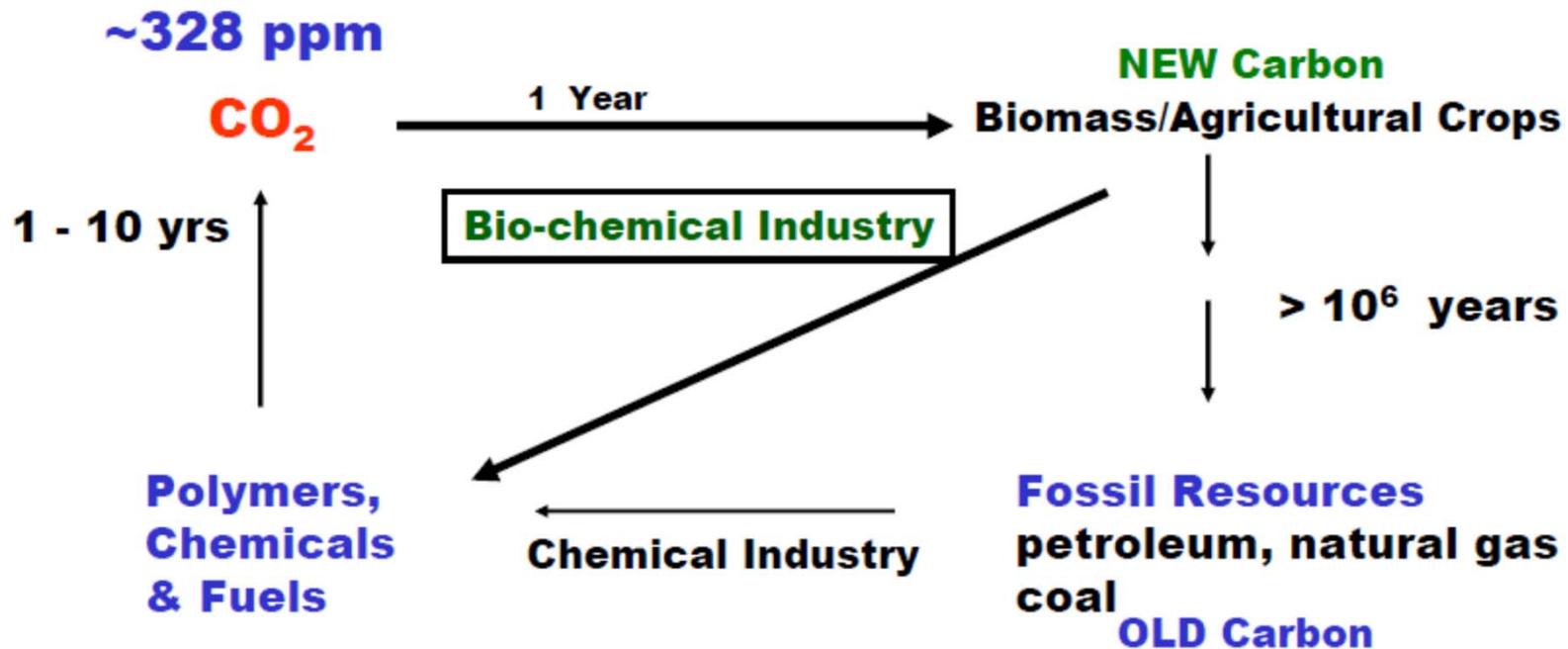
Ressources renouvelables: Cas de la photosynthèse



EMPREINTE CARBONE REDUITE

GLOBAL CARBON CYCLING

Global warming/climate change – WHY SHOULD WE CARE?



- Life sustaining heat trapping value of CO₂ in the atmosphere (maintains the earth's temperature) is changing to life threatening because of increasing man made carbon (CO₂) and other heat trapping gas emissions to the atmosphere

BIODEGRADATION: DEUX PHASES ESSENTIELLES

Phase 1

Matériau polymère
après utilisation

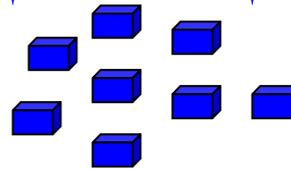
Détérioration
physico-chimique

*Mécanique (broyage), irradiation
UV, thermique
(pasteurisation)*

Biofragmentation

*Bactéries, champignons, vers de
terre, insectes,...*

et/ou



*Augmentation de la surface
en contact avec les
microorganismes*

Phase 2

Bioassimilation

*Digestion par
microorganismes et enzymes*

métabolites

Minéralisation

$\text{CO}_2/\text{CH}_4, \text{H}_2\text{O}$

Bouteilles PLA : Recyclable & Compostable
par Primo Water Coportation (USA)



... décomposition complète en CO₂, eau et biomasse en moins de 60 jours

Bioplastics MAGAZINE, vol. 4 (2009)

BIODEGRADATION: CLASSIFICATION

« **Biodegradation** » is a process in which the degradation results from the action of naturally occurring microorganisms such as bacteria, fungi, and algae.

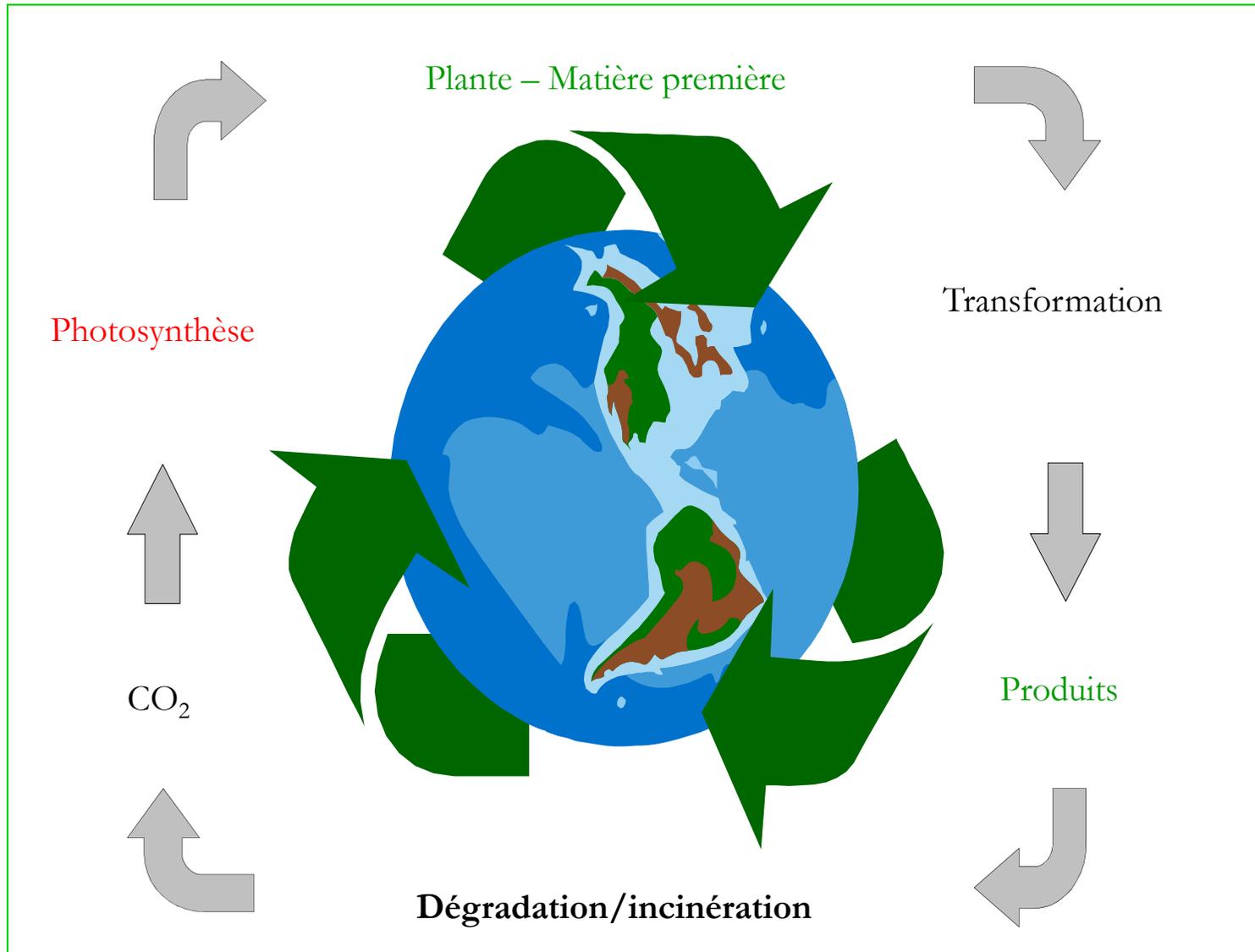


Standards: ASTM D6400, ASTM D6868, ASTM D7081 or EN 13432

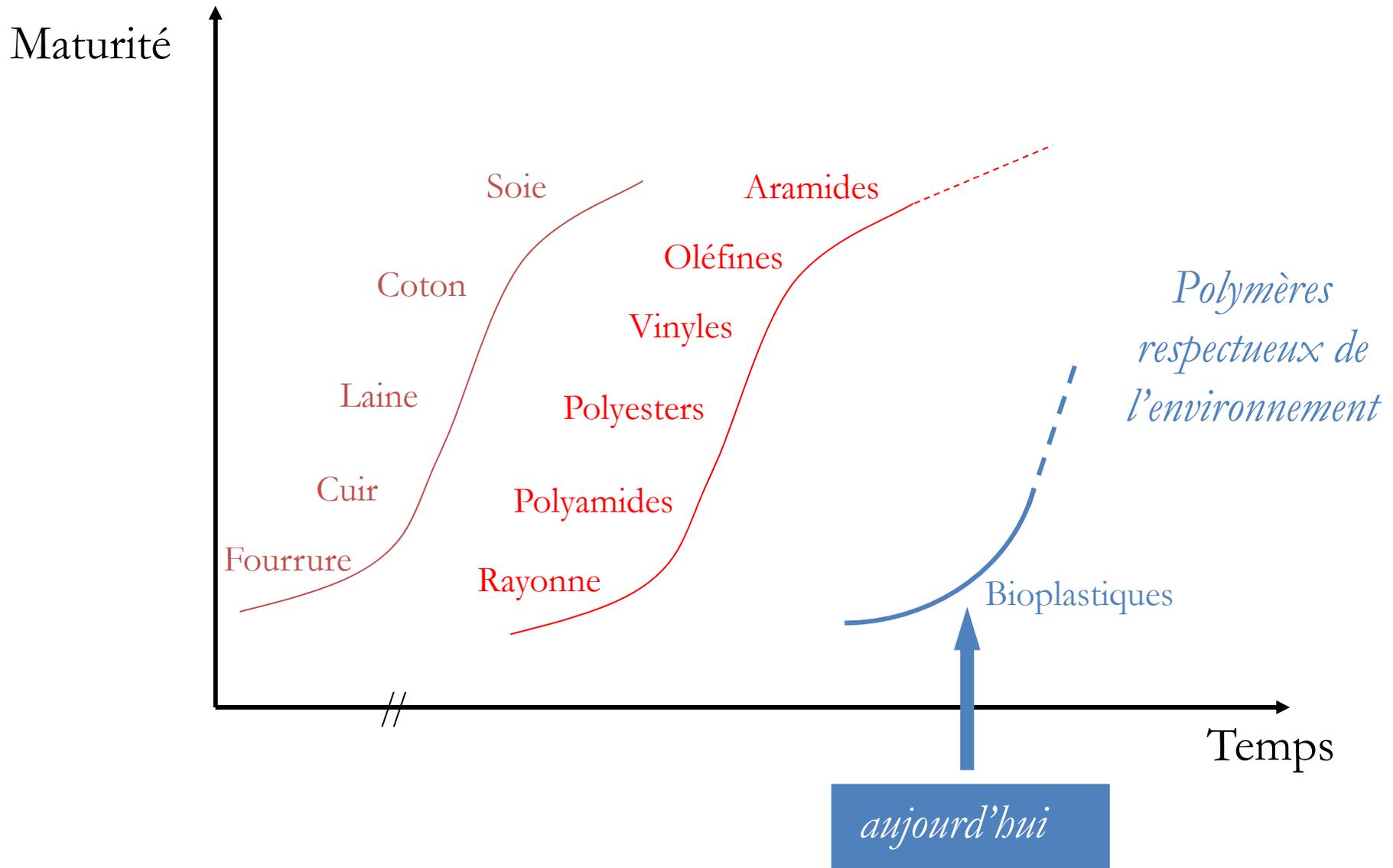
- Conversion en CO₂, eau et biomasse
- 90 % de conversion en CO₂
- Vitesse de dégradation aux déchets végétaux
- Durée < 180 jours
- Non-toxique (plantes)



Cycle fermé du carbone

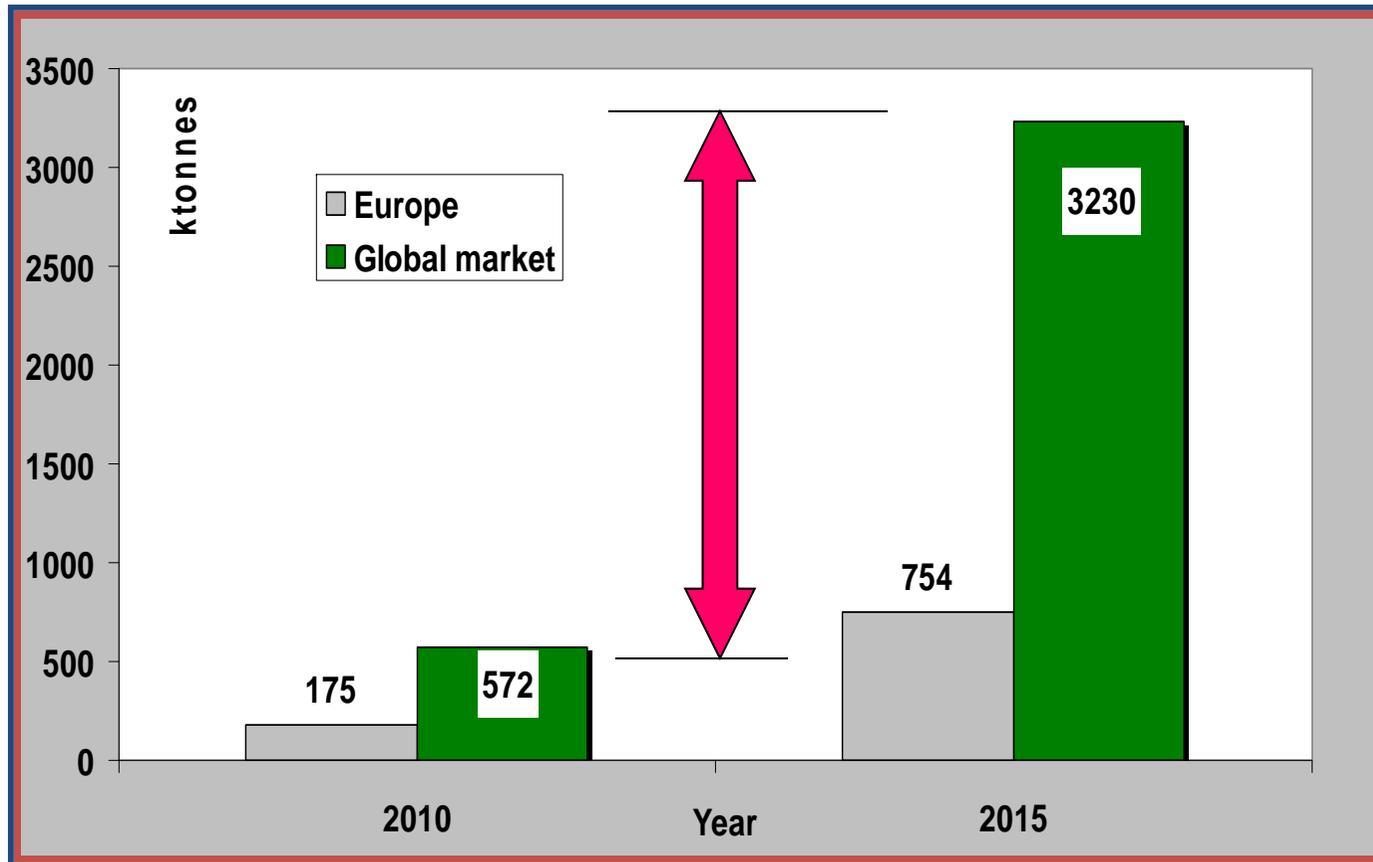


Evolution des matériaux polymères dans le temps



LES (BIO)PLASTIQUES: MYTHE
OU REALITE INDUSTRIELLE

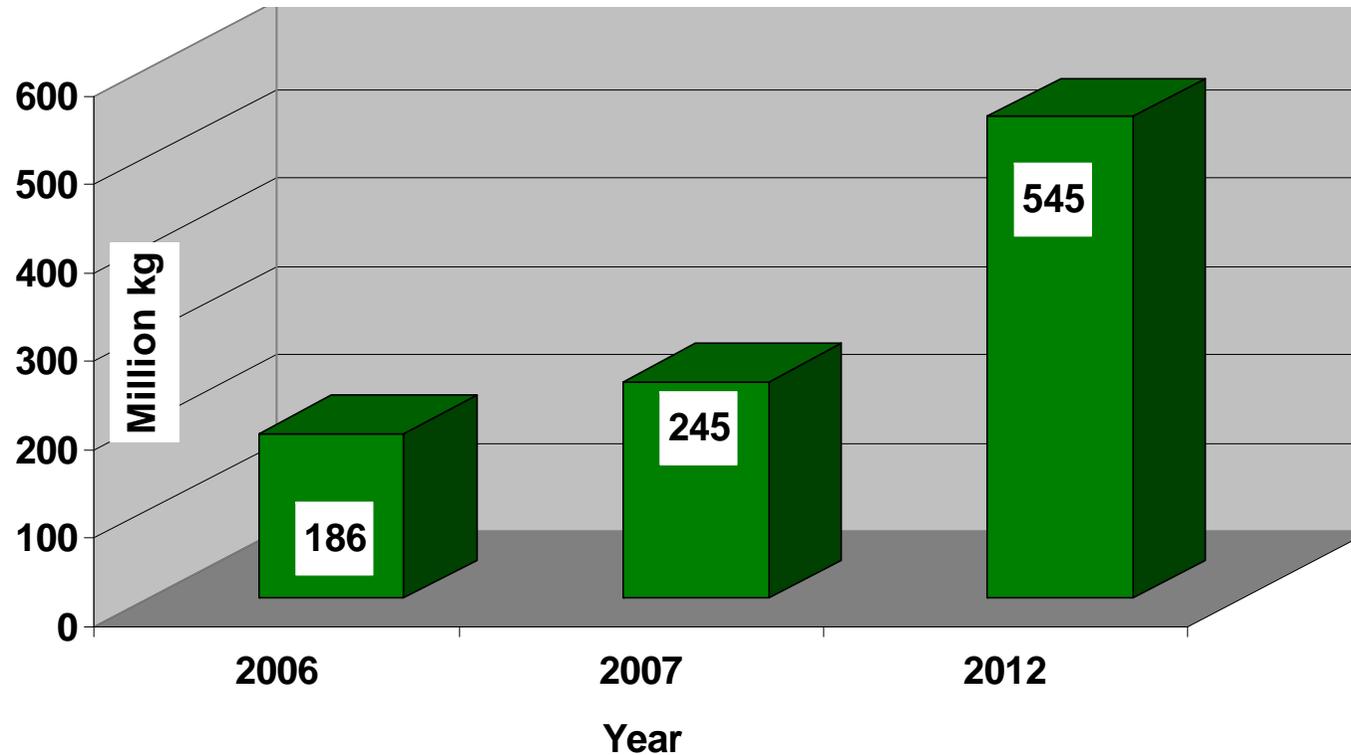
Evolution du marché des (bio)plastiques



Taux de croissance annuel de 41.4% de 2010 à 2015

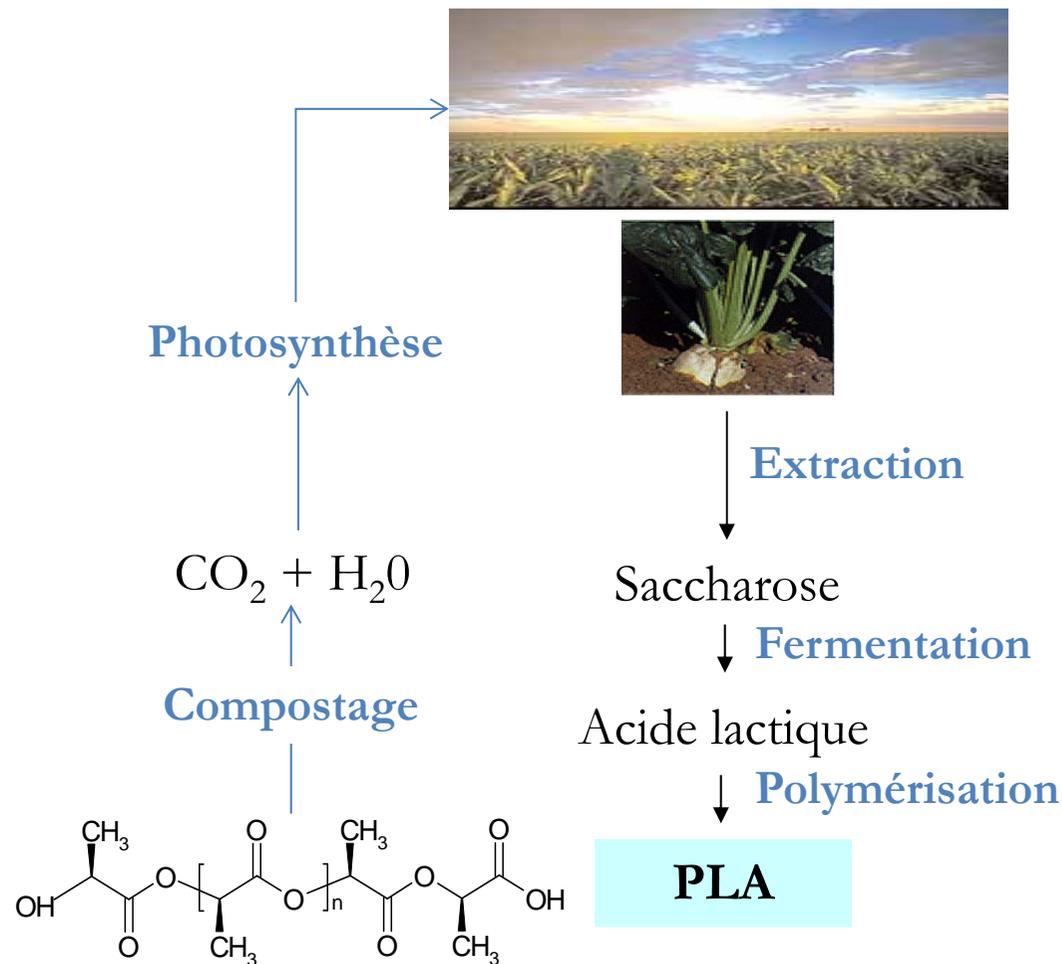
(source: BCC Research; Bioplastics: Technologies and Global Markets (PLS050A) – Sept. 2010)

MARCHE GLOBAL DES (BIO)PLASTIQUES



- PLA : 43% du marché ! ← **Via ressources renouvelables**
- Polysaccharides (*amidon*)
- Autres polyesters (*PCL, PBAT, PBS, PHA,...*)

Bioplastique : acide polylactique (PLA)



0,17 ha de betterave
donne 1 tonne de PLA

Mais surtout au
départ des
excédents de
maïs, blé,
p.d.terre, pois,
canne à sucre,...

PLA : secteurs industriels



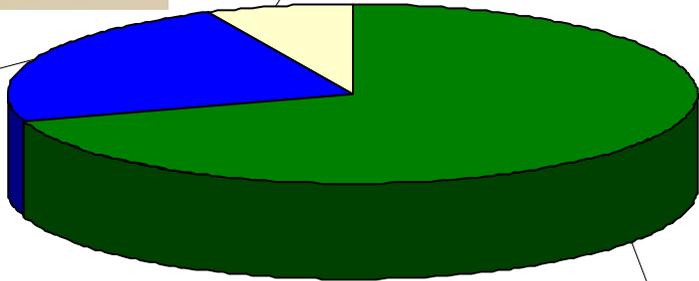
Fibres
23%



photo: Toyota



Autres
7%



Emballages
70%



Source : D. Platt, "Biodegradable Polymers Market Report", Smithers Rapra Ltd., 2006

Et demain?

PLA pour APPLICATIONS DURABLES



Increasing demand for biobased, durable products
in electronics and automotive applications.



By **2011** durables are expected to account
for almost **40%** of bioplastics –
compared with **12%** today.

(European Bioplastics)

Le “boom” des bioplastiques est connecté à leur utilisation dans
les secteurs de l'électronique et de l'automobile

*(Source: Dr. Jim Lunt, The World of Bioplastics, Plastics
News Executive Forum in Tampa, Florida, 7-10.03.2010)*



New 'Eco.'
Cordless
Telephone

From : www.telecomitalia.com (Nov. 2009)

Consumer Electronics



Vacuum
Cleaner
Housing

(Photo: Philips)

From : www.toray.com (Dec. 2009)

Consumer Electronics



Biomass- based Bathroom Scale

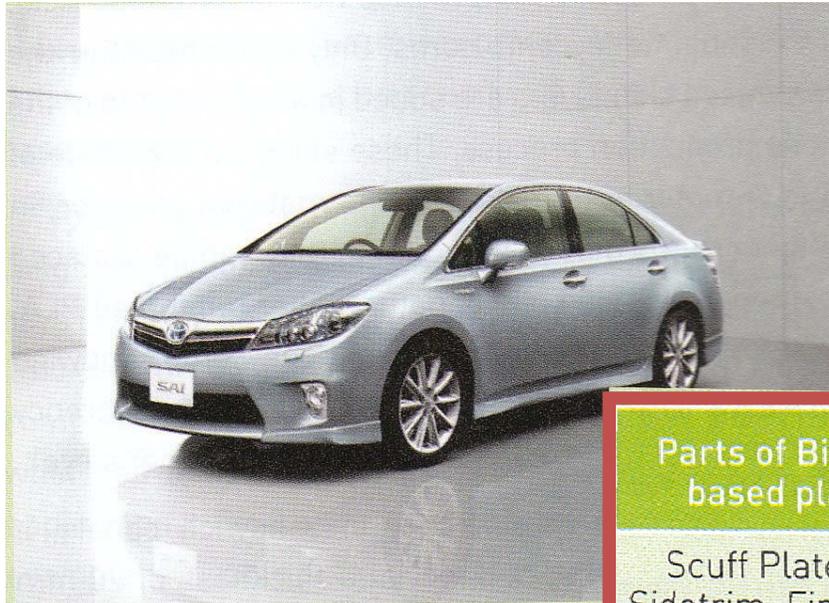
From : www.unitika.co.jp (Dec. 2009)

Autres applications du PLA...



Chem. Eng. Sci., ACS, Sept. 2009

Toyota – Application des bioplastiques dans la Luxury Hybrid ‘SAI’



Parts of Biomass-based plastics	Materials		
	Biomass-based	Petroleum-based	Technology
Scuff Plate, Cowl Sidetrim, Finish Plate Tool Box	PolyLactide (PLA)	Polypropylene (PP)	Compatibilized Compound
Ceiling, Front Pillar, Center Pillar Roofside trim, Sunvisor	Biomass-based Polyester	Polyethylene Terephthalate	Conjugated Fiber
Baggage Trim, baggage Sidetrim baggage Doortrim, baggage Floor mat	PolyLactide (PLA)	Polyethylene Terephthalate	Composit Fiber
Door Trim	PolyLactide (PLA) /Kenaf		Composit Product
Seat Cushion	Caster Oil based Polyol	Polyol / Isocyanate	Polyurethane

**Bioplastics Magazine,
vol. 5 (2010)**