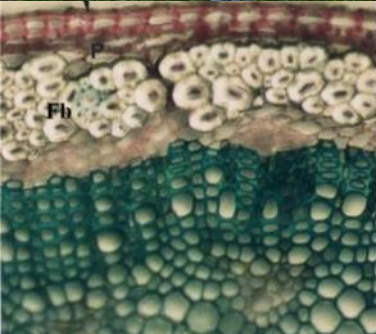




Introduction aux Matériaux Bioplastiques et Biocomposites

Nicolas Le Moigne

nicolas.le-moigne@mines-ales.fr

Centre des Matériaux (C2MA)

IMT Mines Alès

2026-2027



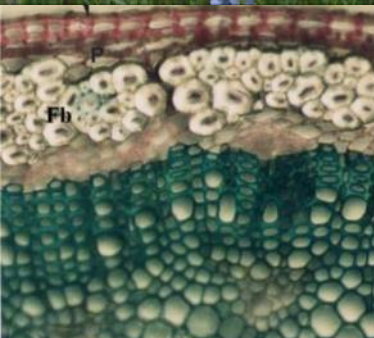


Plan de cours

- Partie 1 : Matériaux polymères biosourcés / biodégradables
 - Contexte, définitions, enjeux
 - *Les agropolymères*
 - *Les biopolymères de synthèse*
- Partie 2 : les biocomposites, propriétés et applications
 - Structure et propriétés des fibres végétales
 - Procédés de transformations des fibres et des biocomposites
 - Propriétés et applications des biocomposites



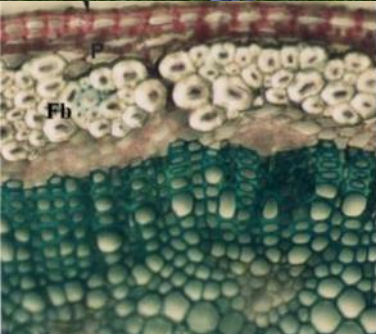
Evaluation UE HAW901 usages du bois



- Exposés 15 min + 10 min questions (12/11/24 – 13h15 à 16h30)
- Point d'avancement en visioconférence (à la demande)
- Définir les problématiques et verrous scientifiques et technologiques (enjeux, ressources, transformations, propriétés clefs, applications...)
- Sources bibliographiques : publications scientifiques, techniques de l'ingénieur, brevets, normes...

10 sujets / 4 trinômes + 1 binôme:

1. Les biocomposites à base de mycélium
2. Les biocomposites dans les sports et loisirs
3. Préservation du bois en milieu marin
4. Biomimétisme et biocomposites hygromorphes
5. Développements autour des bois modifiés
6. Nouveaux développements dans l'emballage
7. Isolants biosourcés pour les bâtiments HPE
8. Nouveaux développements autour des lignines
9. Les biocomposites structuraux dans le génie civil
10. Amortissement des biocomposites et composites hybrides



Partie 1

Matériaux polymères biosourcés / biodégradables

Contexte, définitions, enjeux

Nicolas Le Moigne

nicolas.le-moigne@mines-ales.fr

Centre des Matériaux (C2MA)

IMT Mines Alès

2026-2027

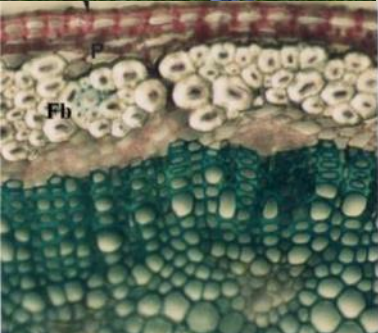


IMT Mines Alès
École Mines-Télécom

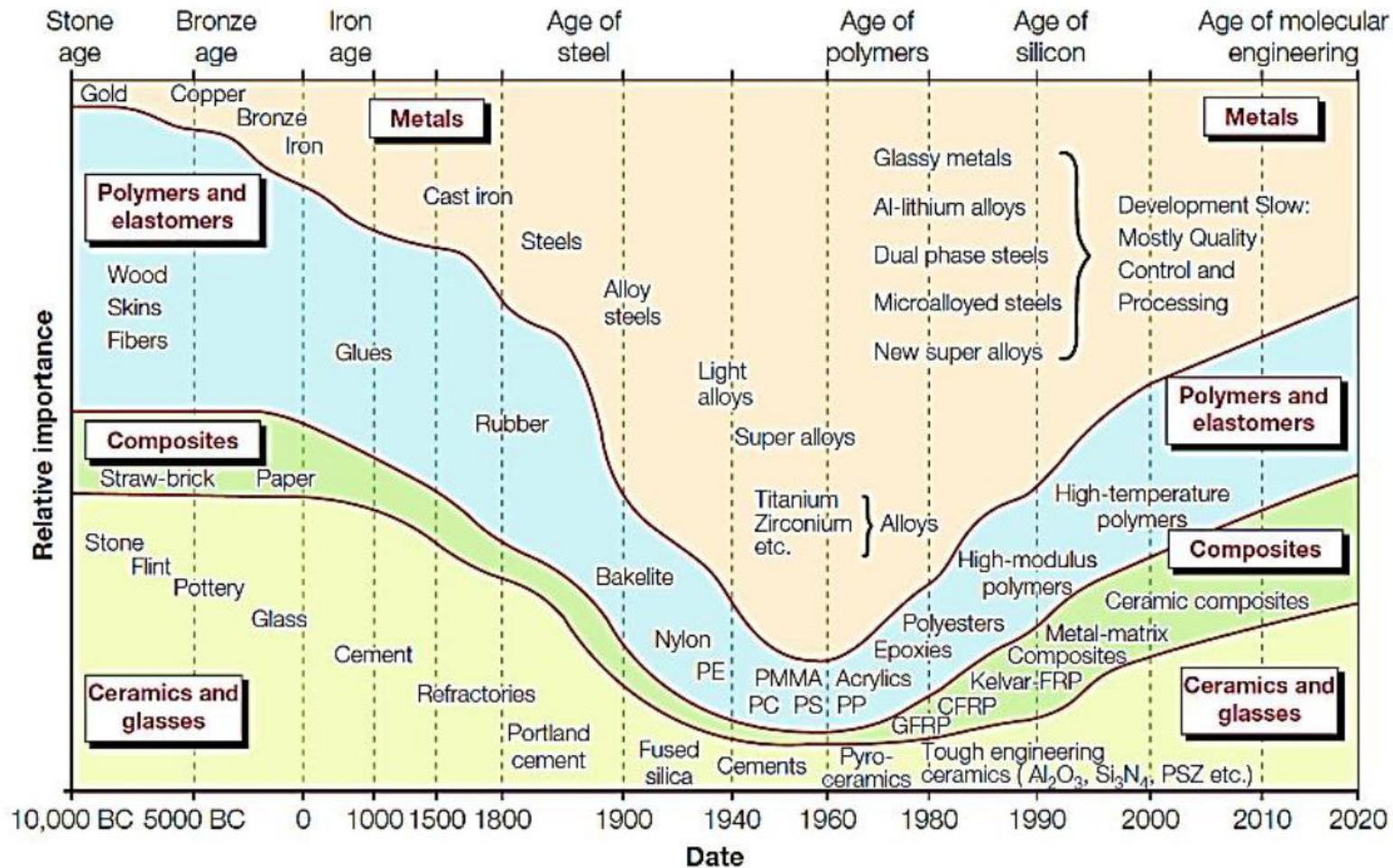


Plan de cours

- **Contexte et problématique environnementale**
- Définitions et enjeux relatifs aux matériaux polymères biosourcés / biodégradables
- Synthèse et technologie de fabrication des biopolymères



Contexte : Les matériaux d'ingénierie au cours de l'Histoire...

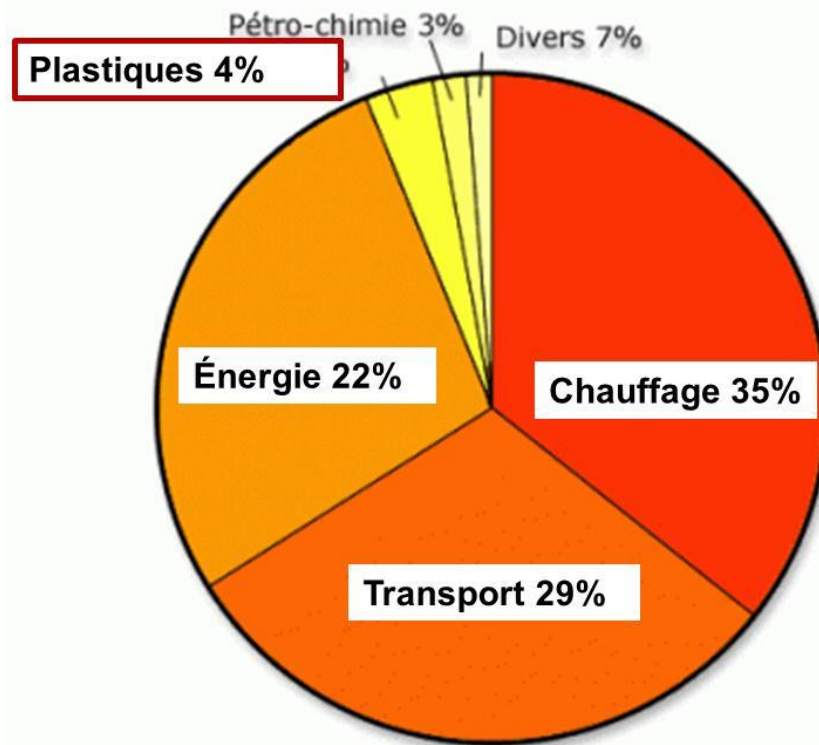


Baley, Colloque fibres Naturelles, 2016 Troyes

Ref: Materials Selection in Mechanical Design / M. F. ASHBY 2011

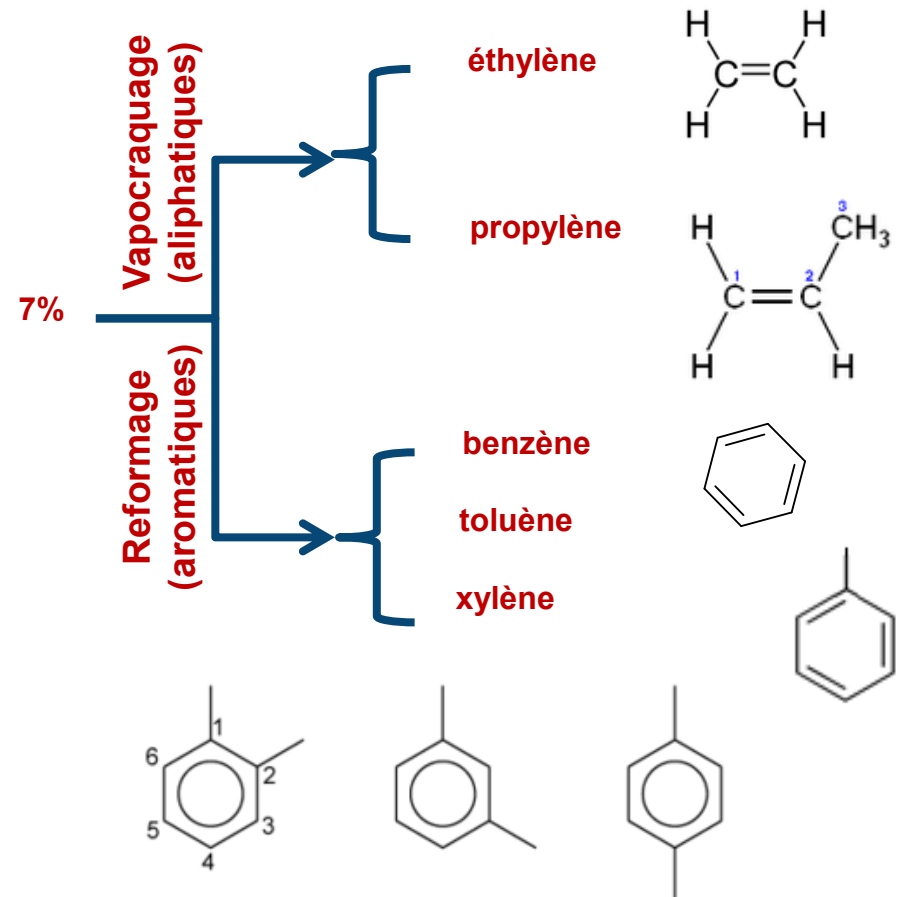
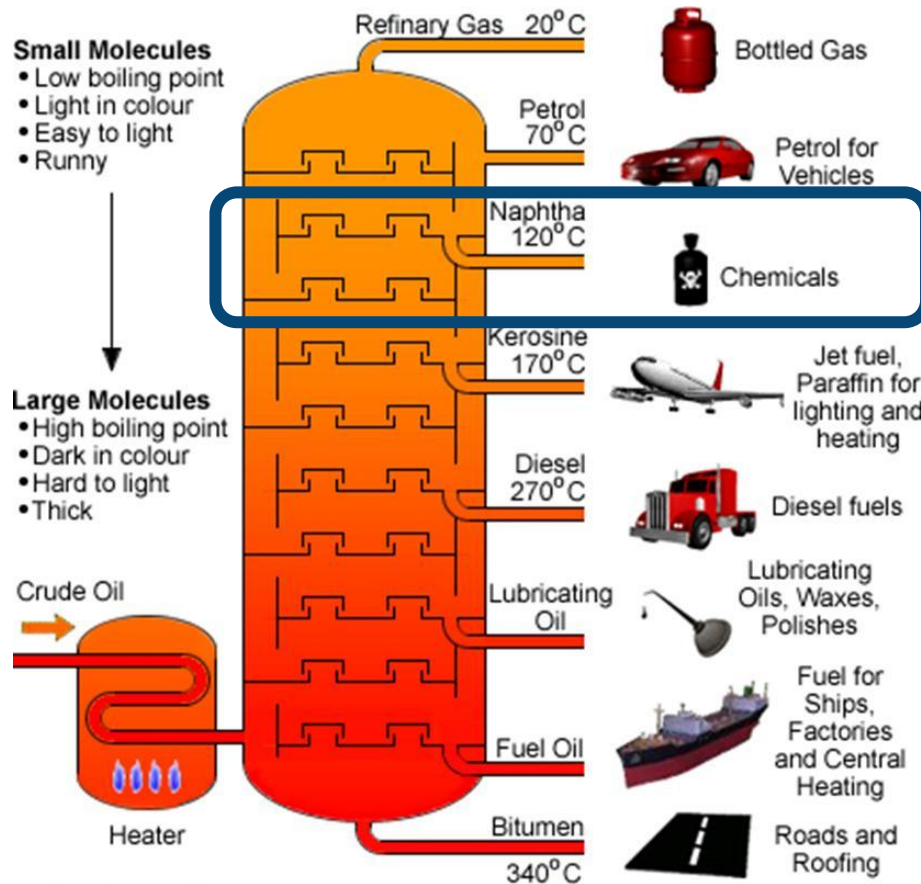
Contexte : origine des matières plastiques

- Majoritairement issues de ressources pétrolières

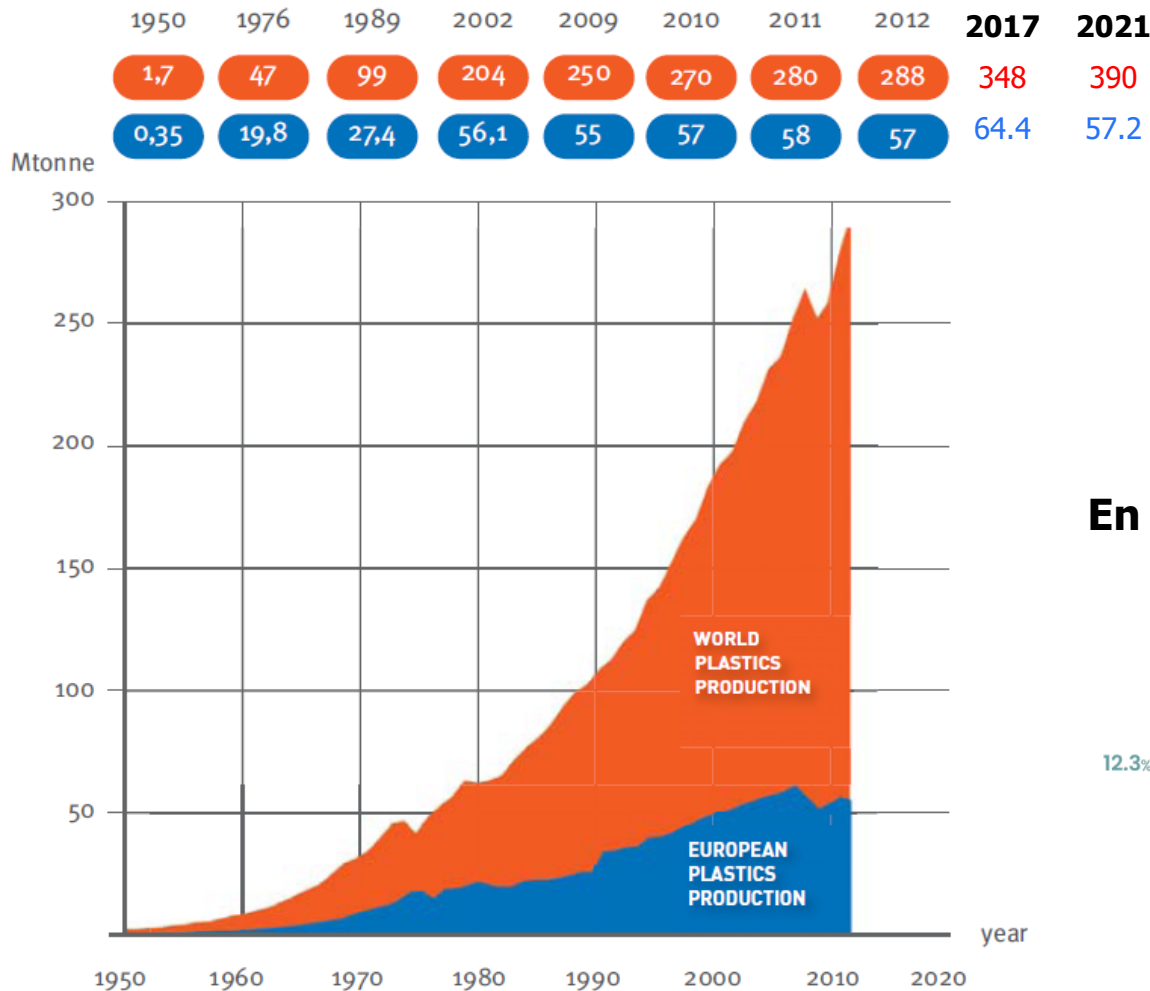


Contexte : origine des matières plastiques

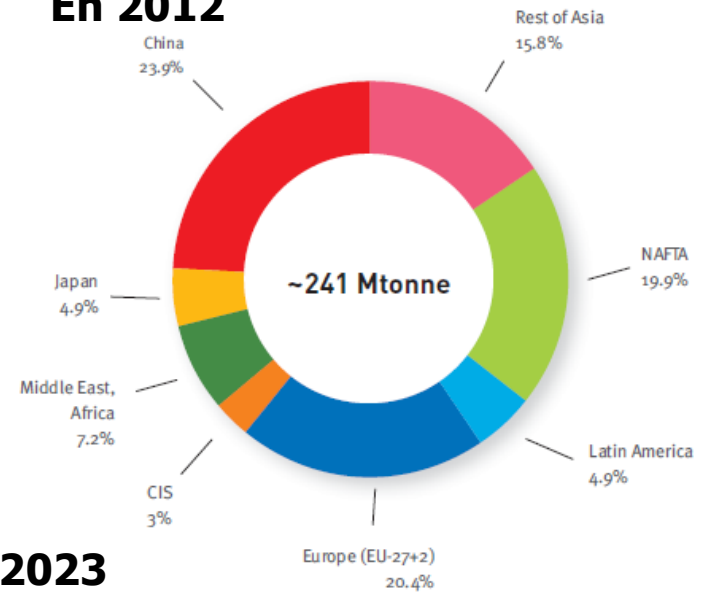
■ Raffinerie :



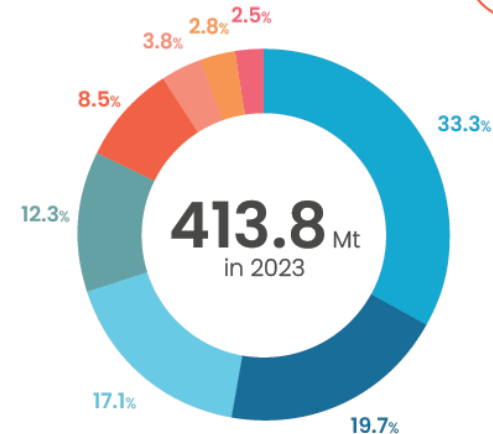
Contexte : production des matières plastiques



En 2012



En 2023

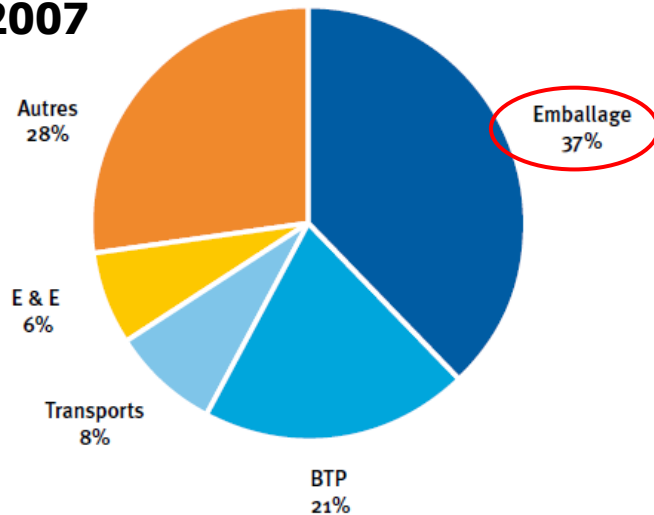


■ North America
 ■ EU27+3
 ■ China
 ■ Middle East, Africa
 ■ Japan
 ■ Central & South America
 ■ CIS⁴
■ Rest of Asia⁵

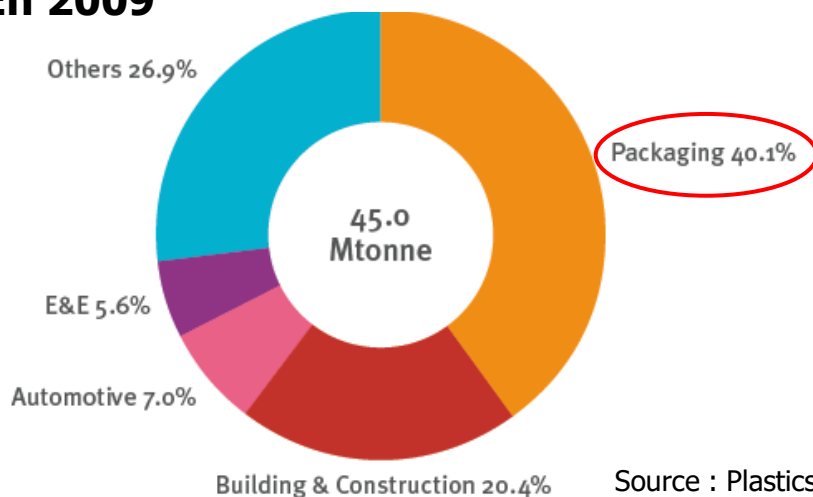
Contexte : Répartition par secteurs

En Europe

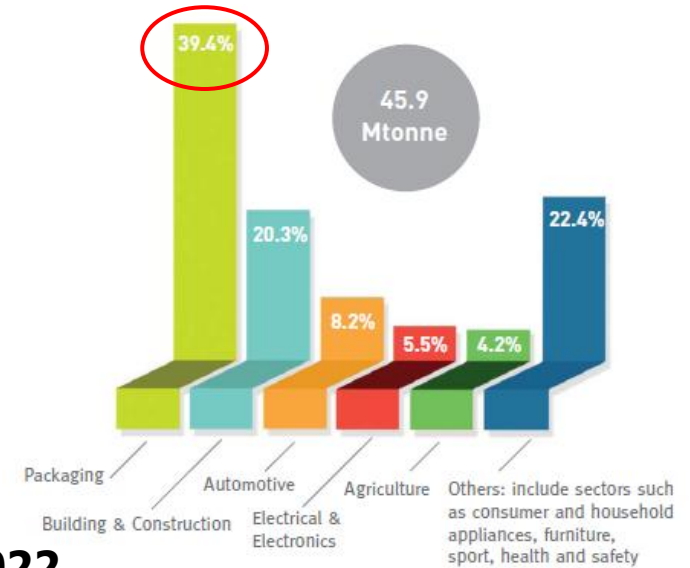
En 2007



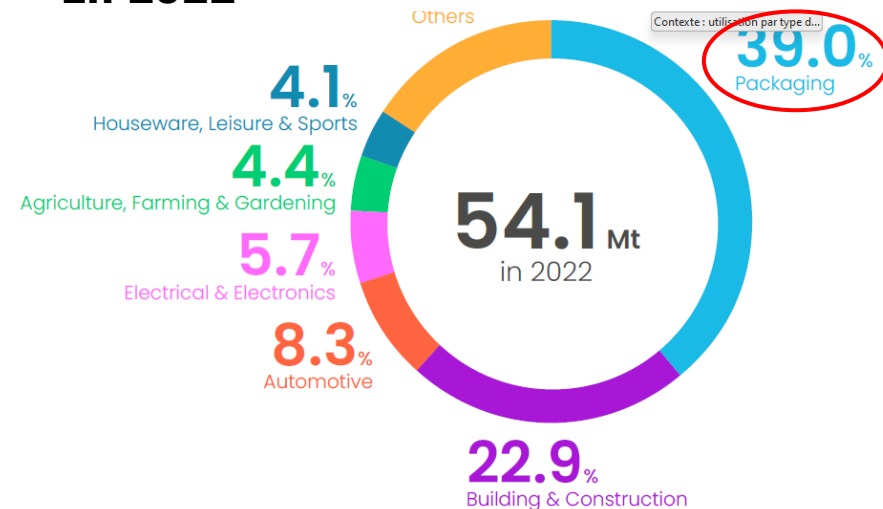
En 2009



En 2012

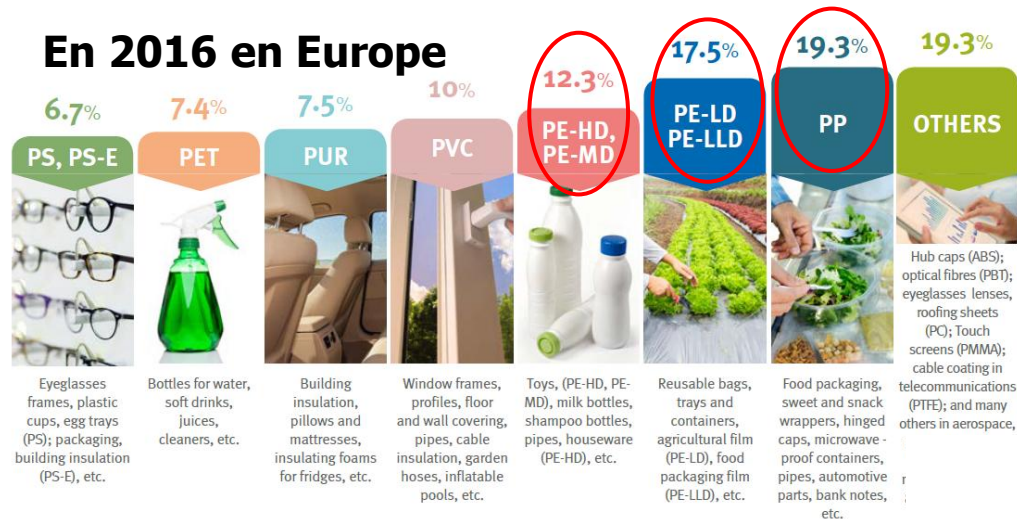


En 2022

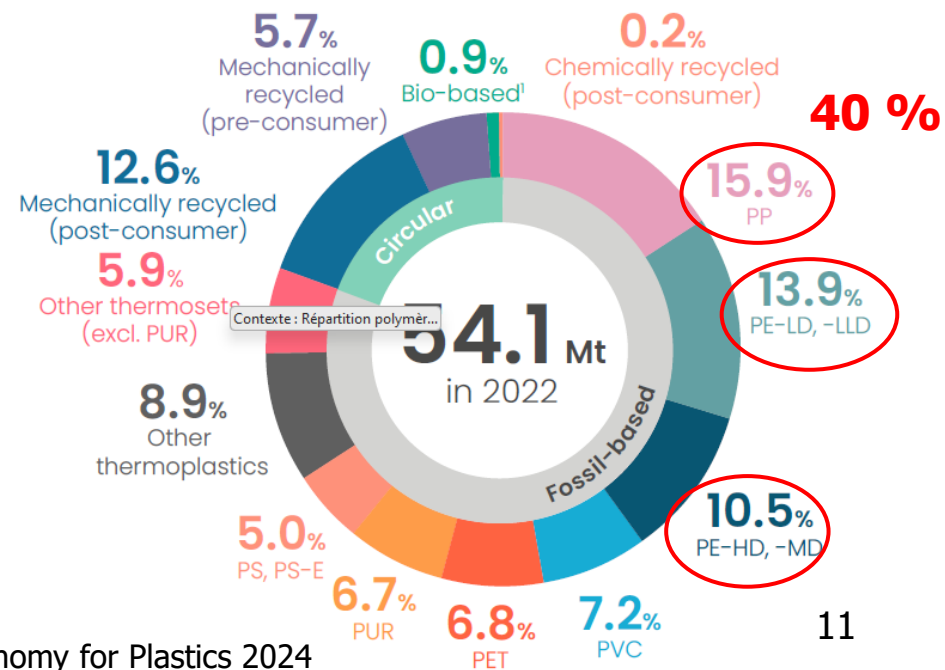


Contexte : utilisation par type de polymères

En 2016 en Europe

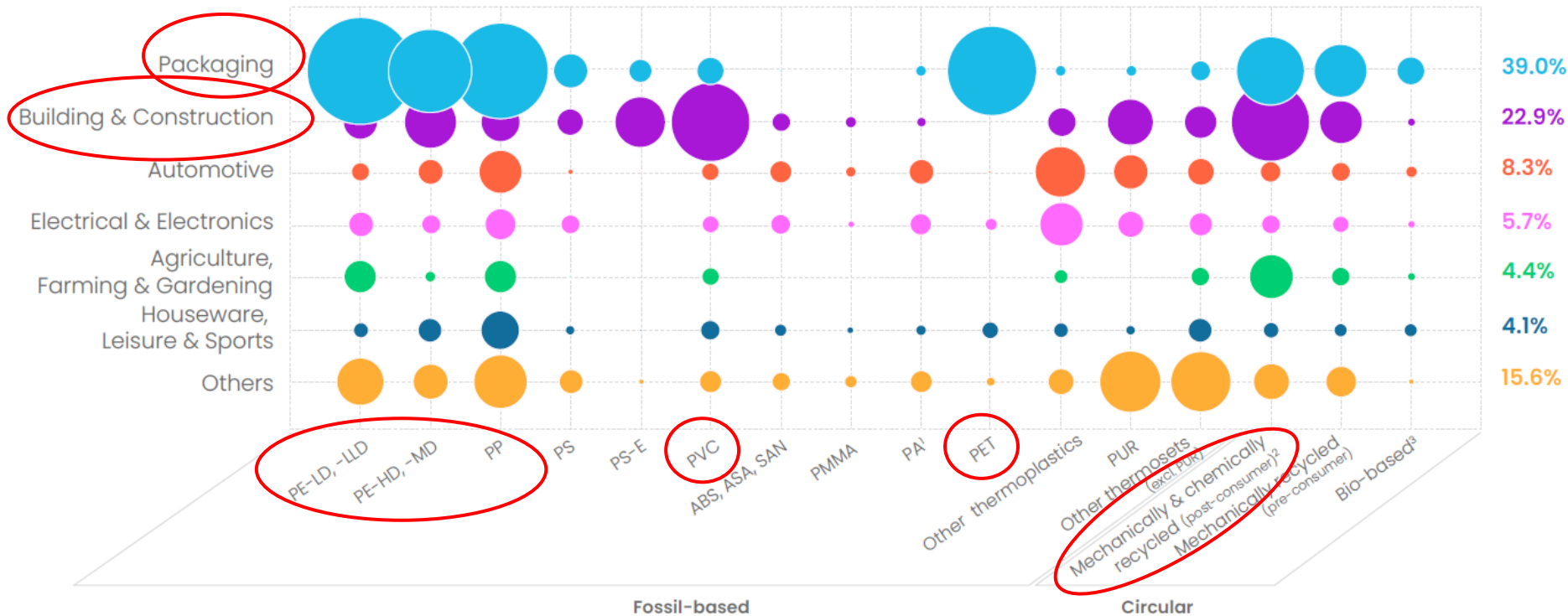


En 2022 en Europe



Contexte : Répartition polymères / secteurs

En 2023 en Europe



Impact environnemental des plastiques

CHACQUE SEMAINE, UNE QUESTION D'ACTUALITÉ, PLUSIEURS REGARDS

le un
1

N°216

mercredi 12 septembre 2010 - France 2,50 €

**PLASTIQUE
PEUT-ON
VIVRE SANS?**



2

CASH
INVESTIGATION

**Plastique,
la grande
intox**

Présenté par Élie Lucet,
produit par Premières Lignes

à (re)voir en replay
sur France.tv

en partenariat
avec

le un
1

ALINE GUBRI
CONSULTANTE EN ENVIRONNEMENT
Comment se passer du
plastique au quotidien page 3

ROLAND BARTHES
SÉMIOLOGUE
Mythologie d'une matière
miraculeuse page 6

HÉLÈNE SEINGIER
JOURNALISTE
À la recherche de matériaux
alternatifs

BAPTISTE MONSAINGEON
SOCIOLOGUE
Le mirage du tout-recyclage poster

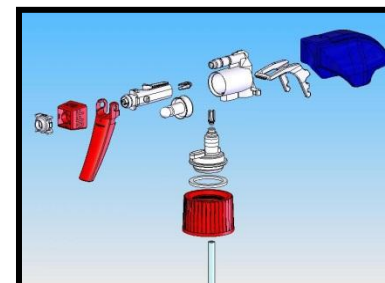
LE GRAND ENTRETIEN
NATHALIE GONTARD
INGÉNIEURE

« Nous
consommons
et jetons
chaque année
l'équivalent
de notre poids
corporel en
plastique. »

pages 5-6

Contexte : Avantages des plastiques

- Peu coûteux (1 à 2 euros / kilo)
- Facile à mettre en forme, à colorer
- Durable et non-biodégradable



Contexte : Avantages des plastiques

■ Bonnes performances

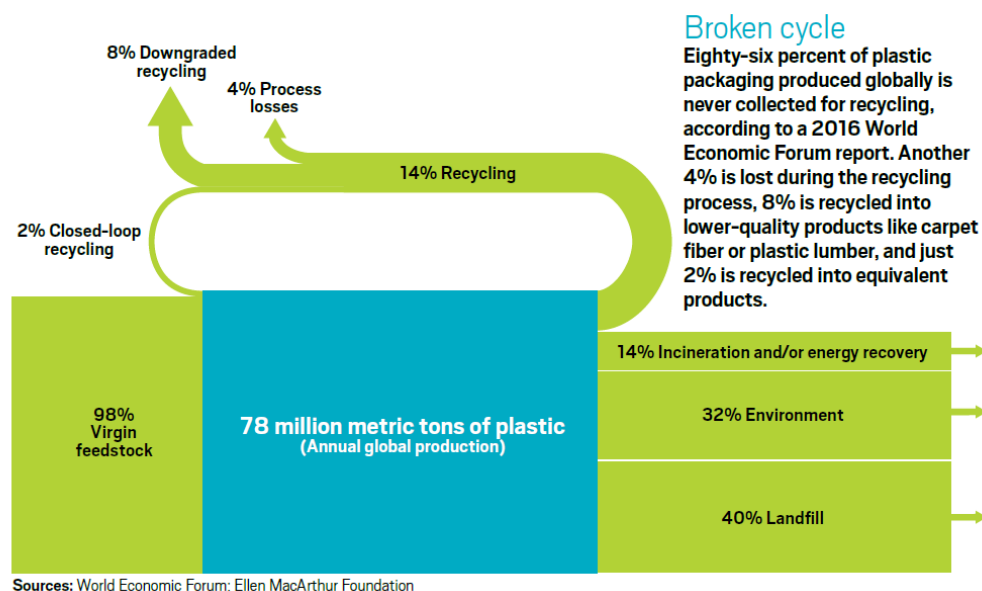
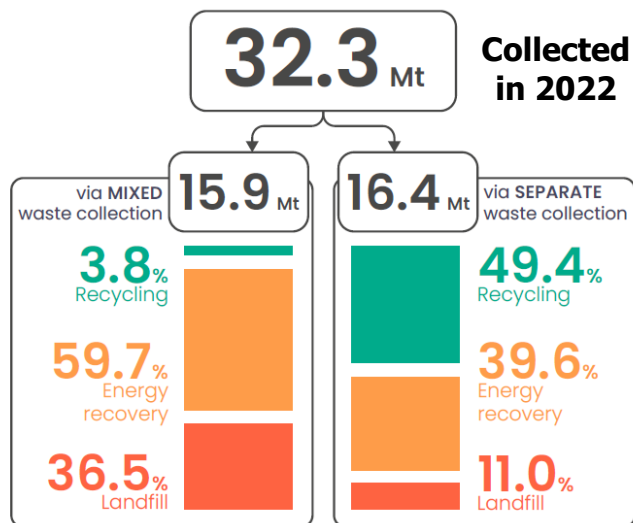
- Nécessitent **peu d'énergie** pour être produits
- Propriétés intéressantes
 - **Léger** : réduction du poids des véhicules et donc de la consommation de carburant
 - **Isolant** : réduction de la consommation énergétique (chauffage)
- Possibilités de recyclage / valorisation

PEhd ~ 80 GJ/m³

Acier ~ 200 GJ/m³

Alu ~ 450 GJ/m³

- Thermique
- Chimique
- Mécanique



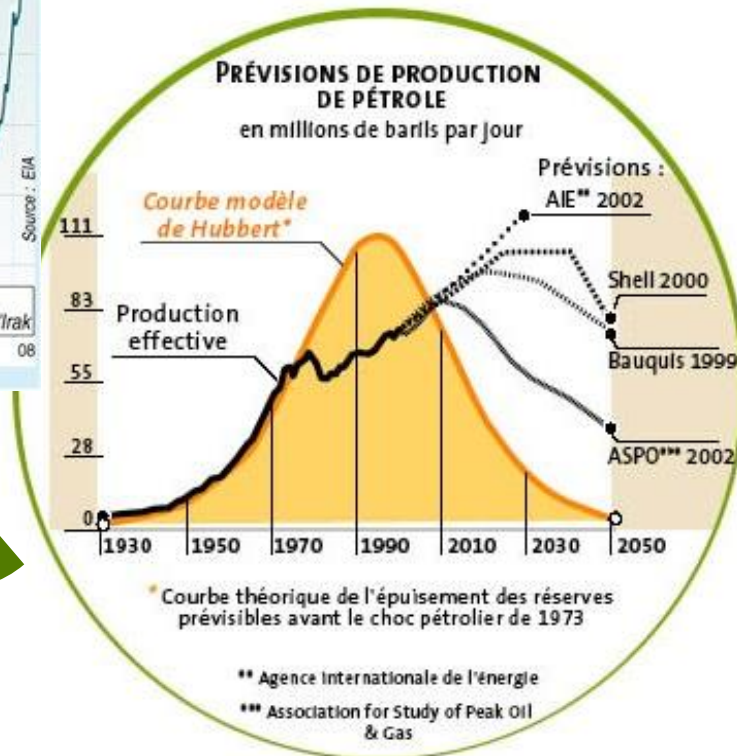
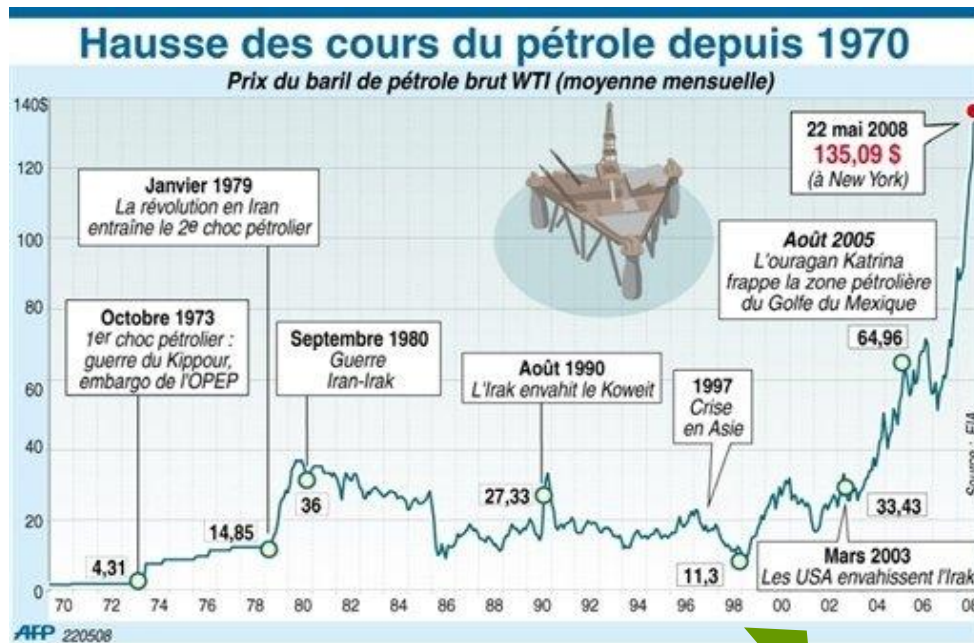
Problématique sociétale et environnementale

***Le Chant du styrène* - 13 min (Alain Resnais, 1958)**



Impact environnemental des plastiques

■ Epuisement des ressources fossiles



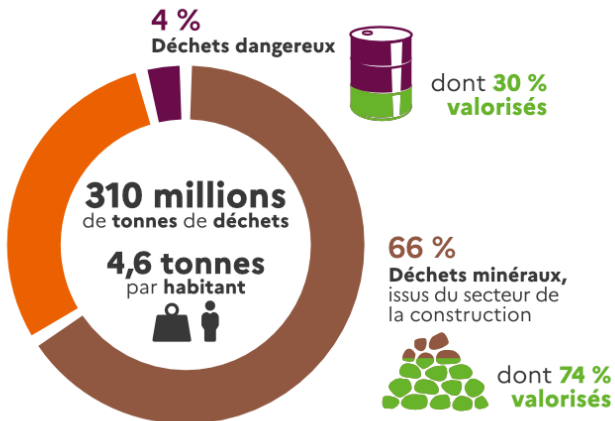
Problématique sociétale et environnementale



■ Les déchets

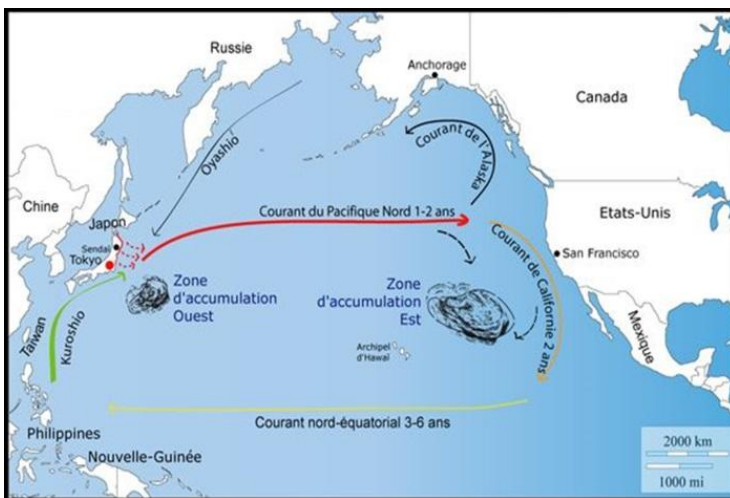
Type de déchets produits en France en 2020 et taux de valorisation matière

La valorisation matière des déchets intègre le recyclage et le remblayage, mais n'inclut pas la valorisation énergétique (issue du traitement des déchets par combustion ou méthanisation).



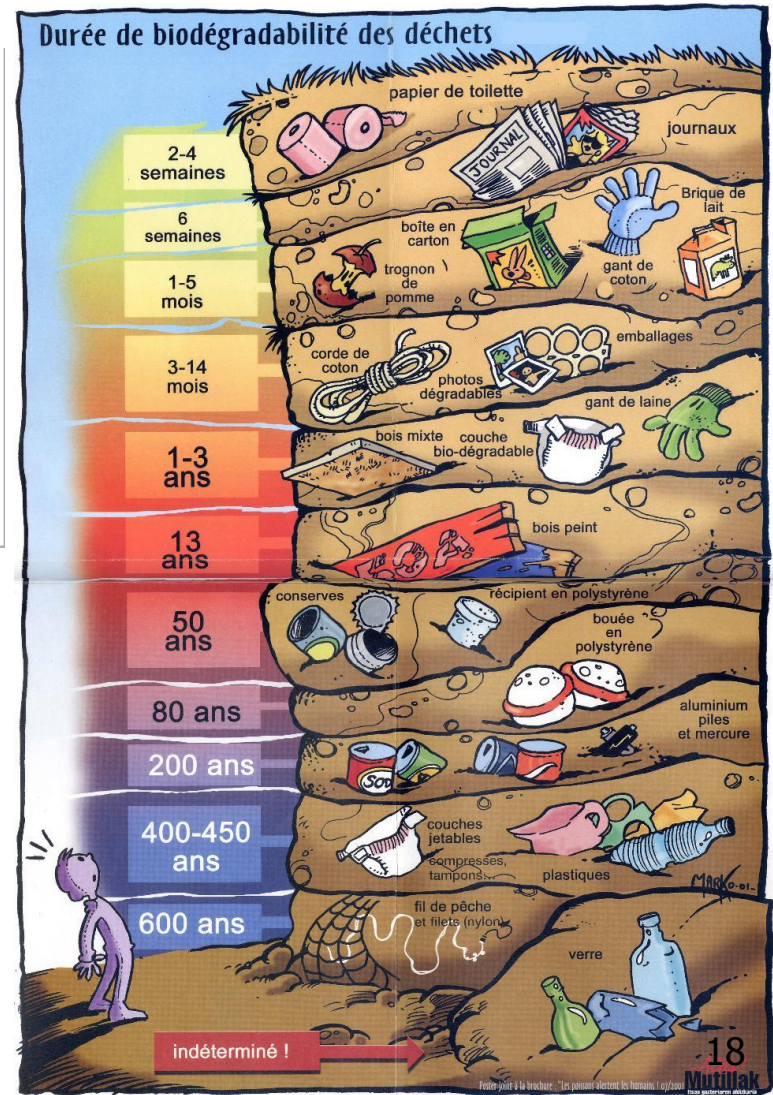
Déchets produits en France en 2020 - © SDES

qq %
océan



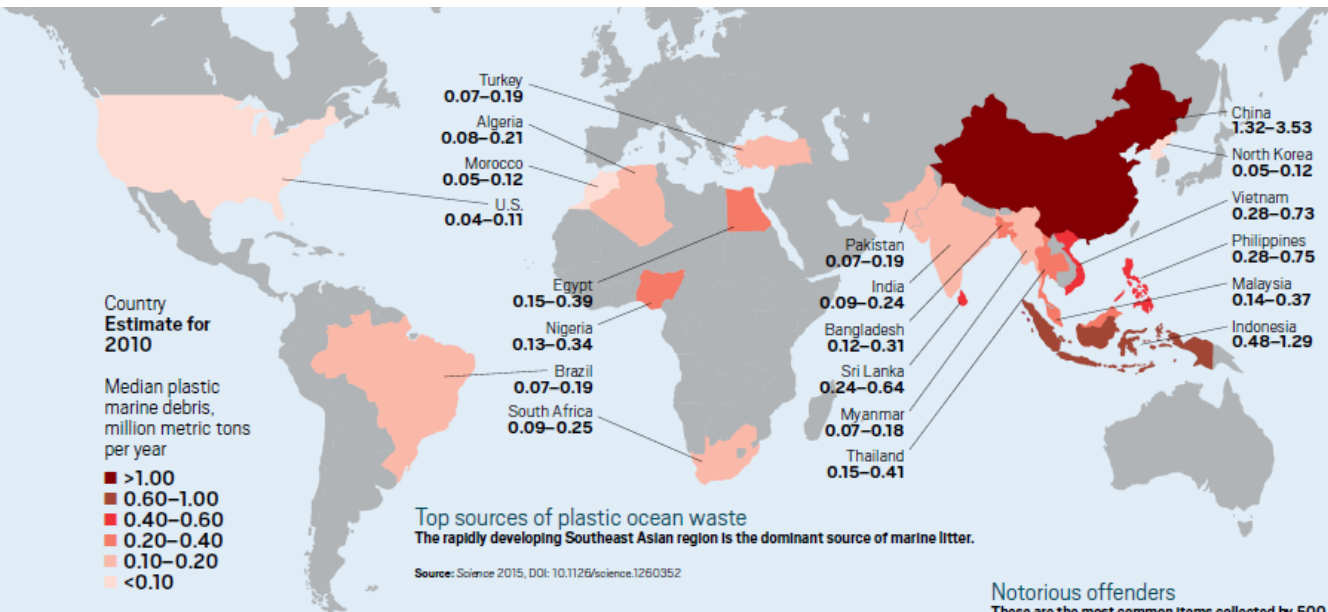
Source: Futura-Sciences.com

Part majeure dans les sols



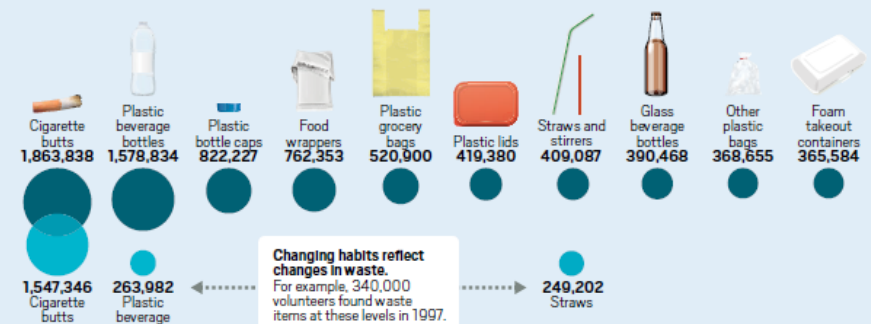
Problématique sociétale et environnementale

■ Les déchets sur les côtes et dans les océans



Notorious offenders

These are the most common items collected by 500,000-plus volunteers in the 2017 International Coastal Cleanup.



Source: International Coastal Cleanup

Problématique sociétale et environnementale

■ Les microplastiques

Volume 96 Issue 12 | p. 5 | News of The Week

Issue Date: March 19, 2018 | Web Date: March 13, 2018 (2018)

Floods can flush microplastic pollution from rivers into the sea

The largest survey ever of microplastics in freshwater suggests that scientists underestimate levels of the pollutants

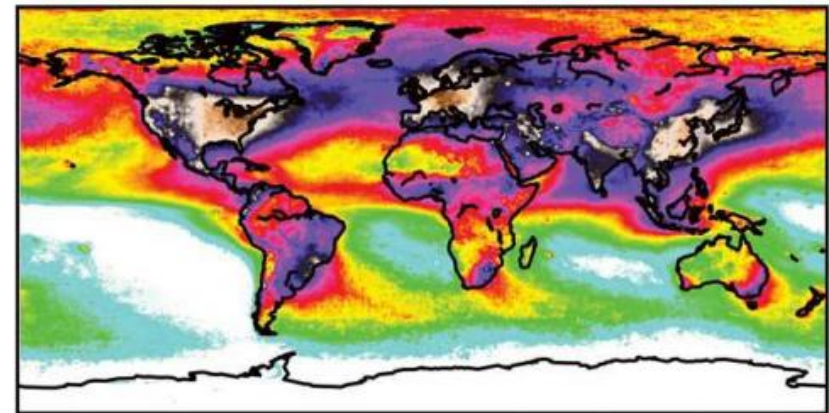
By Katherine Bourzac



Researcher Rachel Hurley stands by the River Mersey in south Manchester, downstream of a major urban microplastic contamination hotspot.

Credit: Jamie Woodward

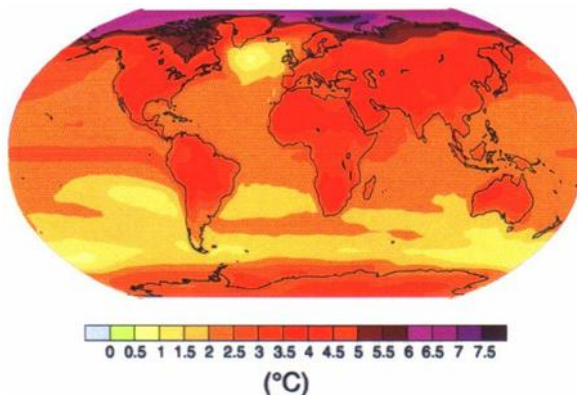
Atmospheric transport is a major pathway of microplastics to remote regions.



Evangeliou, N. et al. *Nat Commun* **11**, 3381 (2020) Deposition (mg m⁻²)

Enjeux environnementaux

- Trouver une alternative viable aux polymères issus du pétrole
 - Utilisation de ressources renouvelables
 - Maîtrise de la fin de vie des produits
 - Rejet de CO₂ limité
 - Performances et coût équivalents
- Les bioplastiques/biocomposites

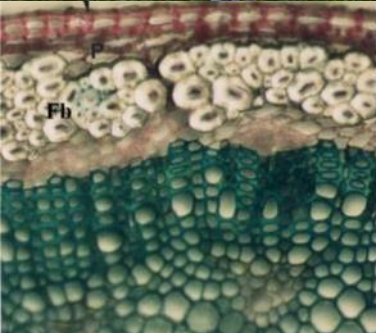


Projection du réchauffement climatique
pour 2090-2099



Plan de cours

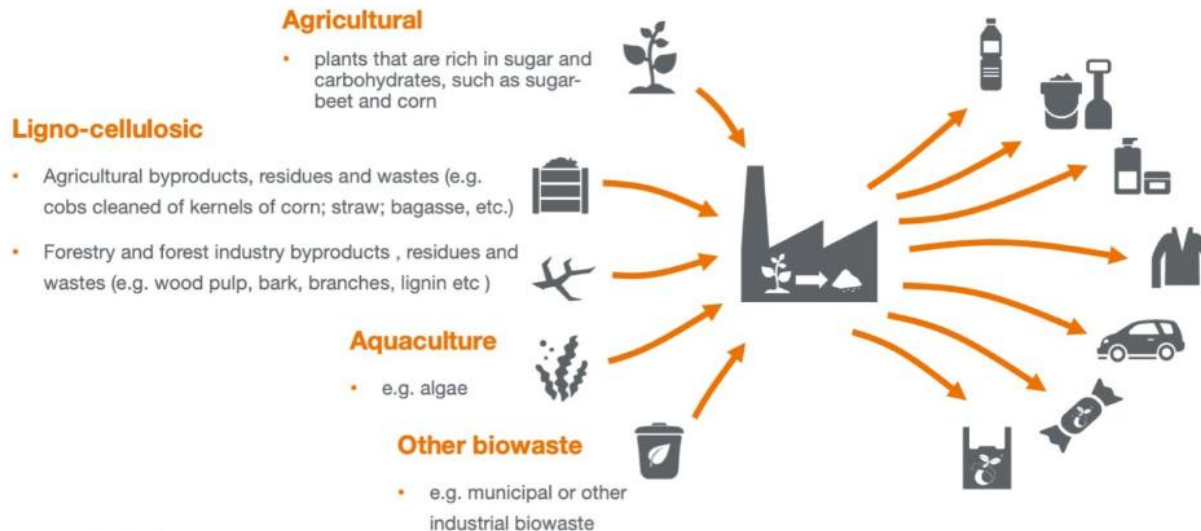
- Contexte et problématique environnementale
- Définitions et enjeux relatifs aux matériaux polymères biosourcés / biodégradables
- Synthèse et technologie de fabrication des biopolymères



Définitions

- Polymères biosourcés (biobased plastics, bioplastics)
 - Macromolécules organiques fabriquées ou transformées par l'homme et dérivées de ressources biologiques (= biomasse)

Biobased plastics can be made from a wide range of renewable **biobased feedstocks**



Définitions

- Biomasse : matière organique d'origine végétale ou animale
 - La **biomasse ligno-cellulosique** (cellulose et lignine) :
 - le bois et les résidus verts,
 - la paille,
 - la bagasse de canne à sucre,
 - le fourrage
 - La valorisation se fait par des procédés en voie sèche et humide, dits conversions thermochimique (énergie) ou extraction chimique (polymères)
 - La **biomasse riche en substance glucidique** facilement hydrolysable :
 - les céréales
 - les betteraves sucrières
 - les cannes à sucre
 - La valorisation se fait par fermentation ou par distillation, dits conversion biologique (bioéthanol, synthons pour polymères)
 - La **biomasse oléagineuse**, riche en lipides :
 - Colza,
 - Palmier à huile,
 - microalgues etc...
 - La valorisation se fait par des procédés en voie humide, dits conversion chimique (biodiesel, polymères)
 - La **biomasse protéique**, riche en protéines :
 - Origine animale et végétale
 - La valorisation se fait par des procédés en voie sèche et humide (alimentation, polymères)

Définitions

- Polymères biodégradables
 - ISO 472 :
 - Polymère subissant des **changements significatifs de structure** sous l'action de **microorganismes naturels** entraînant une **perte de propriétés**
 - ASTM D 20.96 :
 - Polymère subissant des **ruptures de liaisons de son squelette** sous l'action de forces chimiques, biologiques et/ou physiques conduisant à sa **fragmentation** ou sa **désintégration rapide**
 - JBPS :
 - Polymère transformé en composés de **plus faibles masses moléculaires** où au moins une des étapes se déroule en présence de **microorganismes naturels**

Définitions

Biodégradation

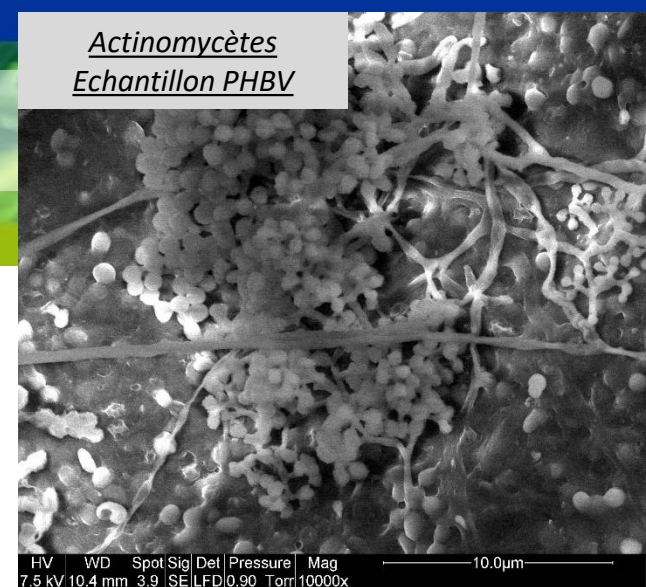
- Processus en deux étapes:
 - Biofragmentation / désintégration
 - bioassimilation

où un composé chimique organique est détruit par des enzymes provenant de micro-organismes (bactéries, champignons, levures) et assimilé sans laisser de résidus toxiques ou nocifs pour l'environnement.

- Sous des conditions appropriés d'humidité, de température et d'oxygène disponible, la biodégradation est un processus rapide.

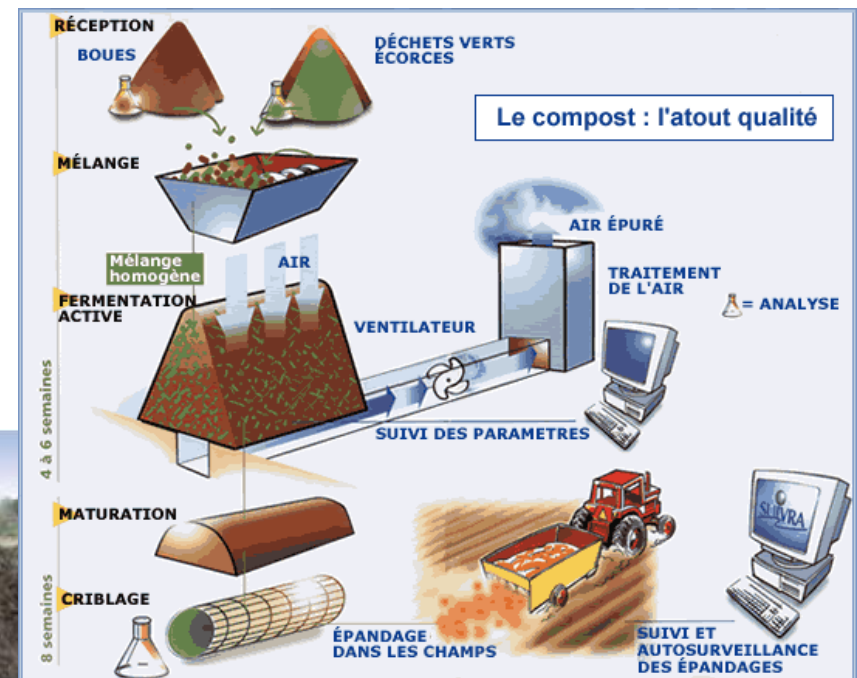
Les résultats de la biodégradation sont :

- La production de CO_2 , H_2O et/ou CH_4 (conditions anaérobie), et de sels minéraux
- Le dégagement de chaleur
- Le développement d'une nouvelle biomasse



Définitions

- Compostage = biodégradation en conditions contrôlées
 - Le compostage peut être défini comme un procédé biologique contrôlé de conversion et de valorisation des matières organiques (sous-produits de la biomasse, déchets organiques d'origine biologique...) en un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques, le compost.



Définitions



Bioplastiques

BioPE, PA 11,
dérivés de la
cellulose,
caoutchouc ...

PLA, PHAs, amidon,
cellulose, chitine ...

Non biodégradable

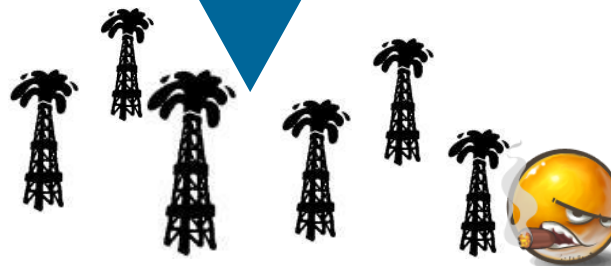
Biodégradable

PE, PS, PVC, PP,
PET...

PCL, PBS, PBAT ...

Origine pétrolière

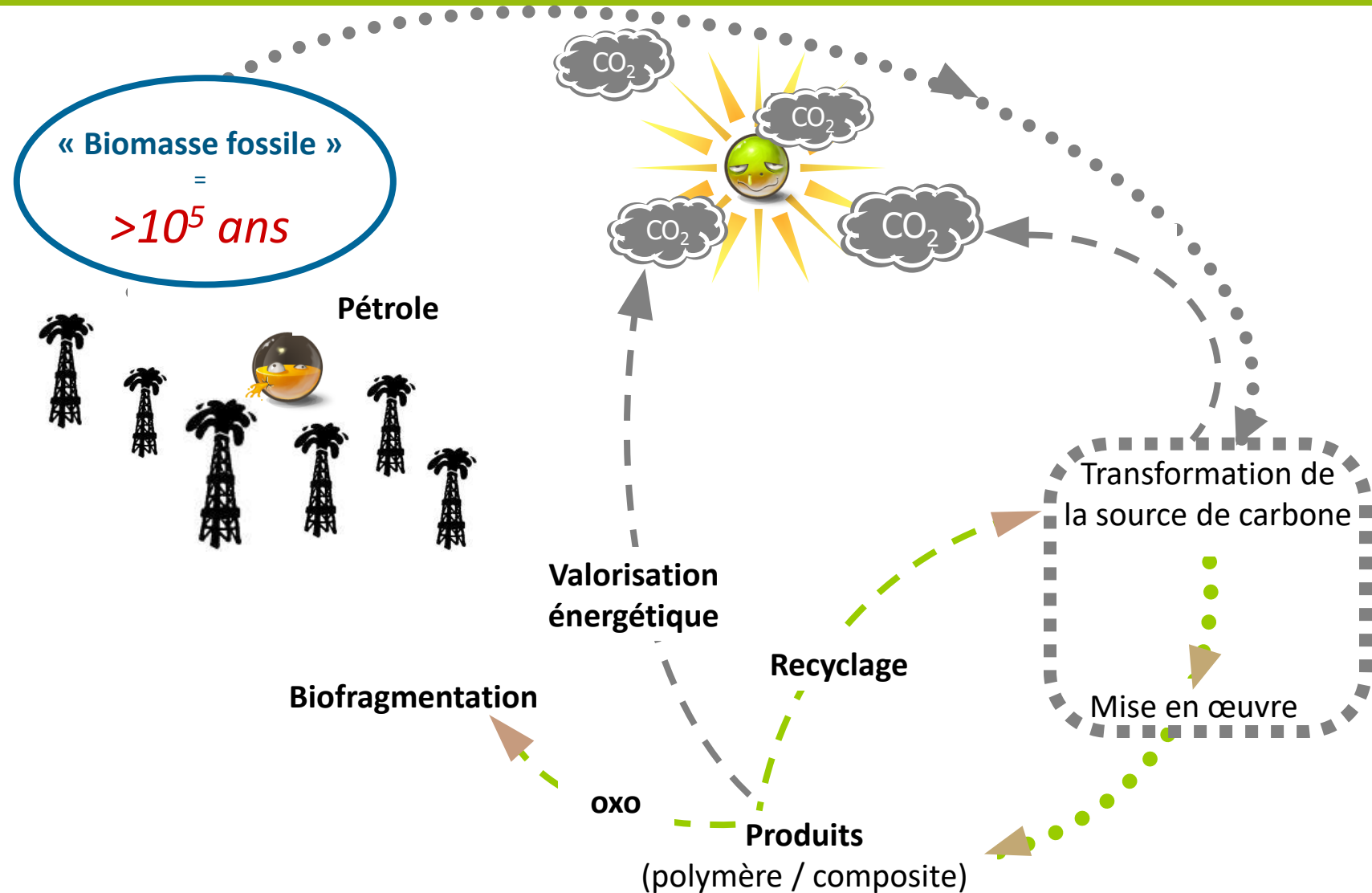
Bio-sourcé



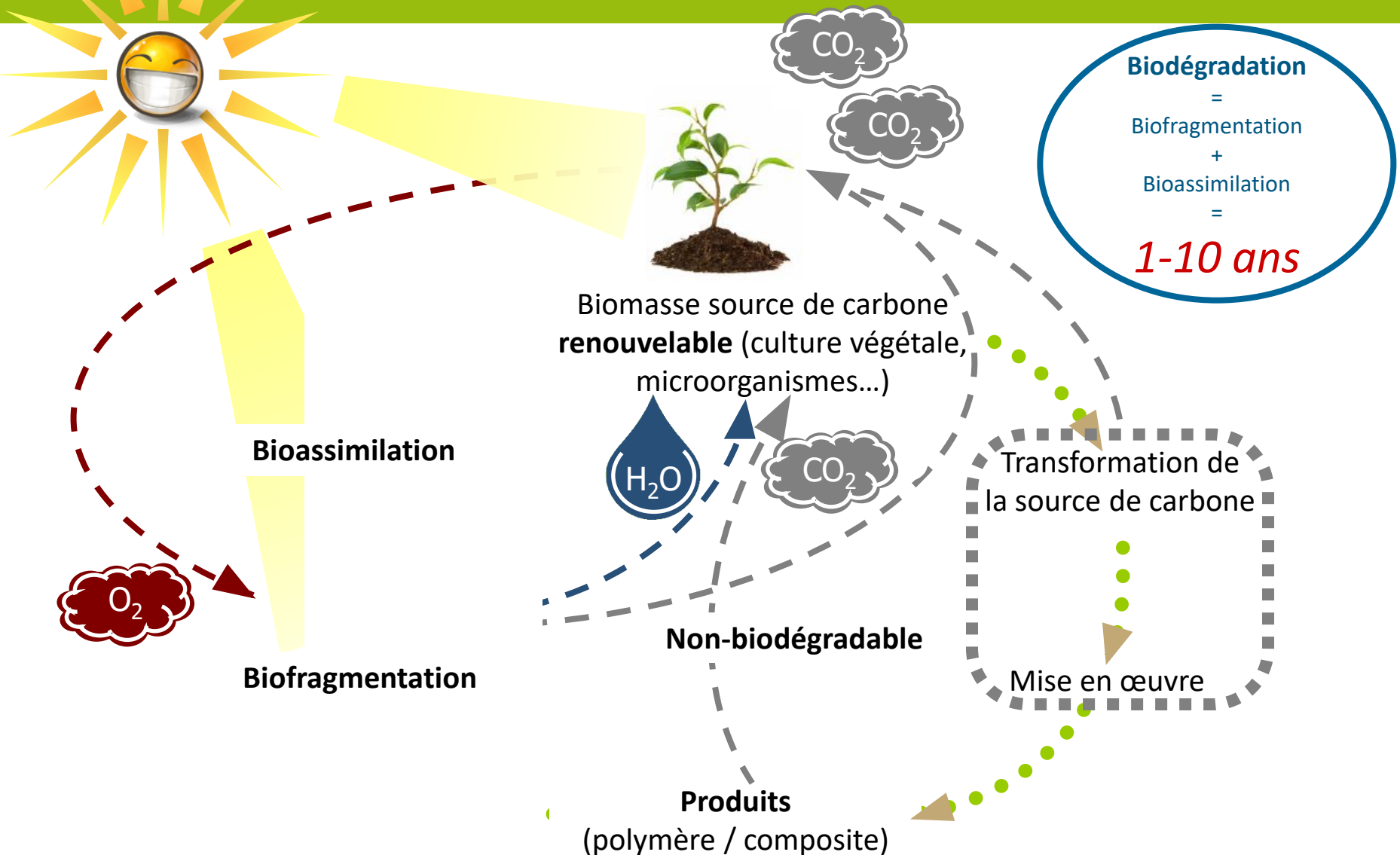
Quels enjeux ?

- Enjeux environnementaux
 - Cycle du carbone
 - Quid des ressources et ACV
- Enjeux stratégiques
 - *Processus normatifs (annexes)*
 - Labellisation
 - Bioraffinerie / biotechnologies

Enjeux environnementaux : cycle du carbone des polymères pétrosourcés



Enjeux environnementaux : cycle du carbone des bioplastiques, neutralité carbone?

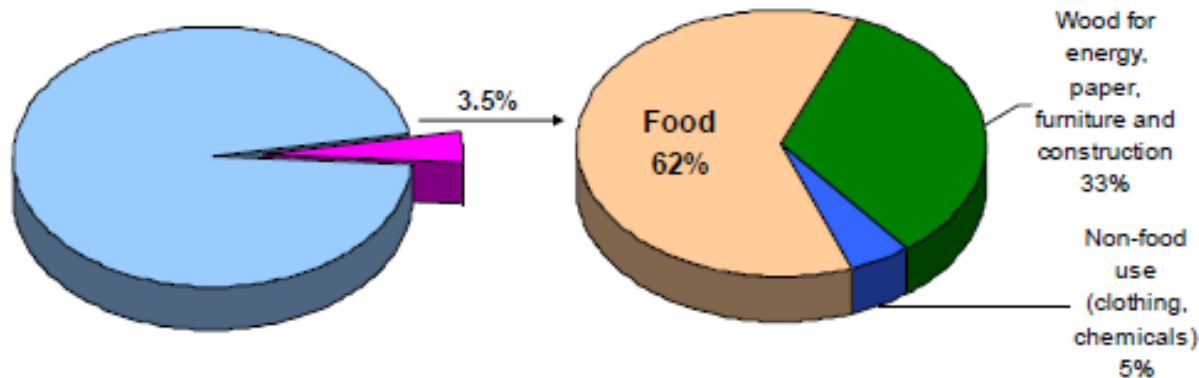


Enjeux environnementaux : quid des ressources ?

■ Problématiques liées à l'utilisation de la biomasse

World biomass production: 170 10⁹ tonnes p.a.

Biomass utilised by human: 6 10⁹ tonnes p.a.



- Compétition nourriture / énergie / matériaux
 - Nécessité de trouver d'autres ressources
 - Ressources de 2nd et de 3^{ème} génération : déchets, algues...

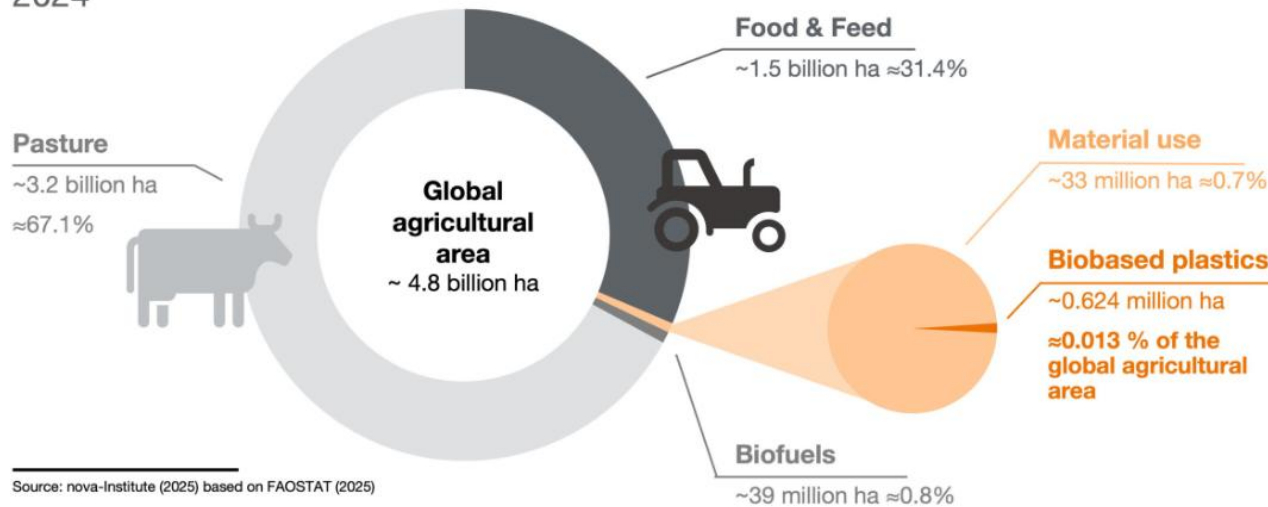
Biocarburants ou bouffe..



Enjeux environnementaux : quid des ressources ?

■ Problématiques liées à l'utilisation de la biomasse

Land-use estimation for **biobased plastics** 2024

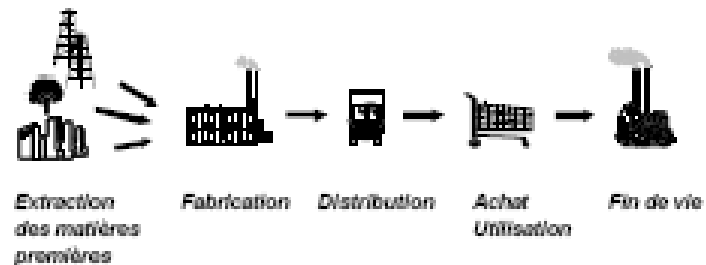


- Utilisation des terres arables et préservation de la biodiversité / déforestation
- Courbe de Hubbert pour les ressources renouvelables ?



Enjeux environnementaux : outils d'évaluation

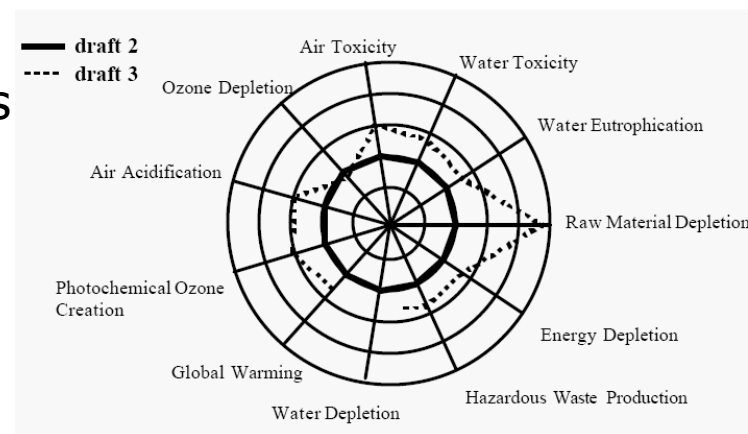
- Analyse du cycle de vie (ACV)
 - Anciennement appelé écobilan
 - Evaluation de l'impact environnemental à travers des critères objectifs et standardisés
 - Une **approche multi-critères**
 - Consommation de matières premières
 - Consommation d'énergie
 - production de déchets
 - Rejets et émissions
 - Une approche globale : prise en compte toutes les **étapes de la vie du matériau**
 - Fabrication
 - Utilisation
 - Fin de vie



Enjeux environnementaux : outils d'évaluation

■ Interprétation des ACV

- Il n'existe pas de résultat unique ou de note globale dans la mesure où des compromis complexes sont mis en œuvre pour analyser les systèmes étudiés à différentes étapes de leur cycle de vie
- Choix des impacts
 - Consommation d'énergies non renouvelables
 - Effet de serre
 - Acidification, eutrophisation
 - Épuisement des ressources naturelles
 - Déchets
 - Couche d'ozone
- Pondération des impacts ?
- Comparabilité des systèmes étudiés
- Fiabilité des données ?



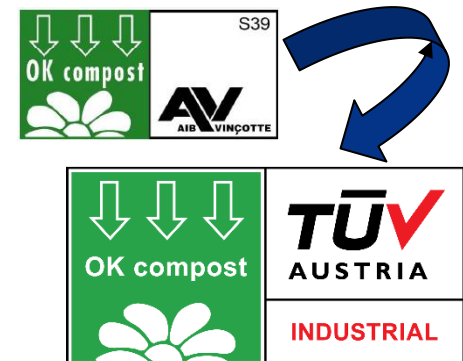
Enjeux stratégiques : labellisation

■ Marquage et labellisation

- Pas d'exigence de marquage dans la Directive 94/62
- Il y a un besoin d'identifier les emballages destinés aux différentes filières de valorisation en particulier les matériaux biodégradables
- Les emballages répondant à l'EN13432 peuvent être labellisés dans le cadre d'un système de certification de produits (base volontaire) :

- Organismes certificateurs

- LNE (France) EN 13432
- **TUV (Autriche) EN 13432**
- **DIN CERTCO (Allemagne) EN 13432**



- US Composting Council Biodegradable Products Institute (USA)

Enjeux stratégiques : labellisation

■ Marquage de la biodégradabilité

- Dans le sol
- Dans l'eau



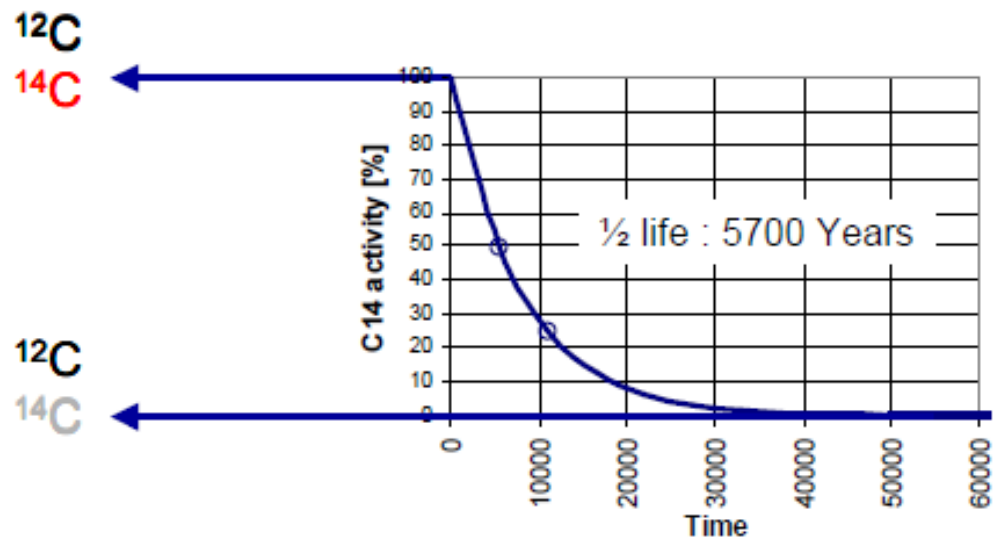
■ Marquage de la compostabilité

- Suivant la norme EN 13432
- Compost domestique



Enjeux stratégiques : labellisation

- Marquage de la biosourçabilité
 - Détermination de la quantité de carbone biosourcé: EN 16640
ISO 16620-2:2019 ; ASTM D6866

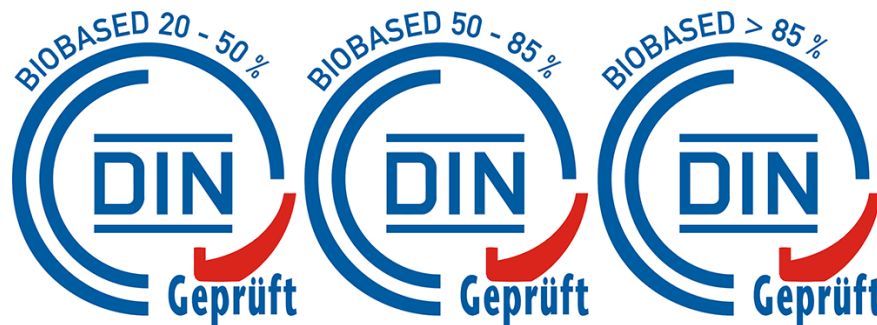


- Spectroscopie de masse par accélérateur (AMS)
- Spectroscopie de masse par ratio isotopique (IRMS)
- Comptage par scintillation liquide (LSC)

Enjeux stratégiques : labellisation

- Label OK-biobased
 - Fraction de carbone biosourcé $\geq 20\%$
 - Normes EN 16640 ou ISO 16620-2 (ou ASTM D 6866)

			
between 20 and 40% biobased	between 40 and 60% biobased	between 60 and 80% biobased	more than 80% biobased



Enjeux stratégiques: Bioraffineries / Biotechnologies

■ Bioraffineries

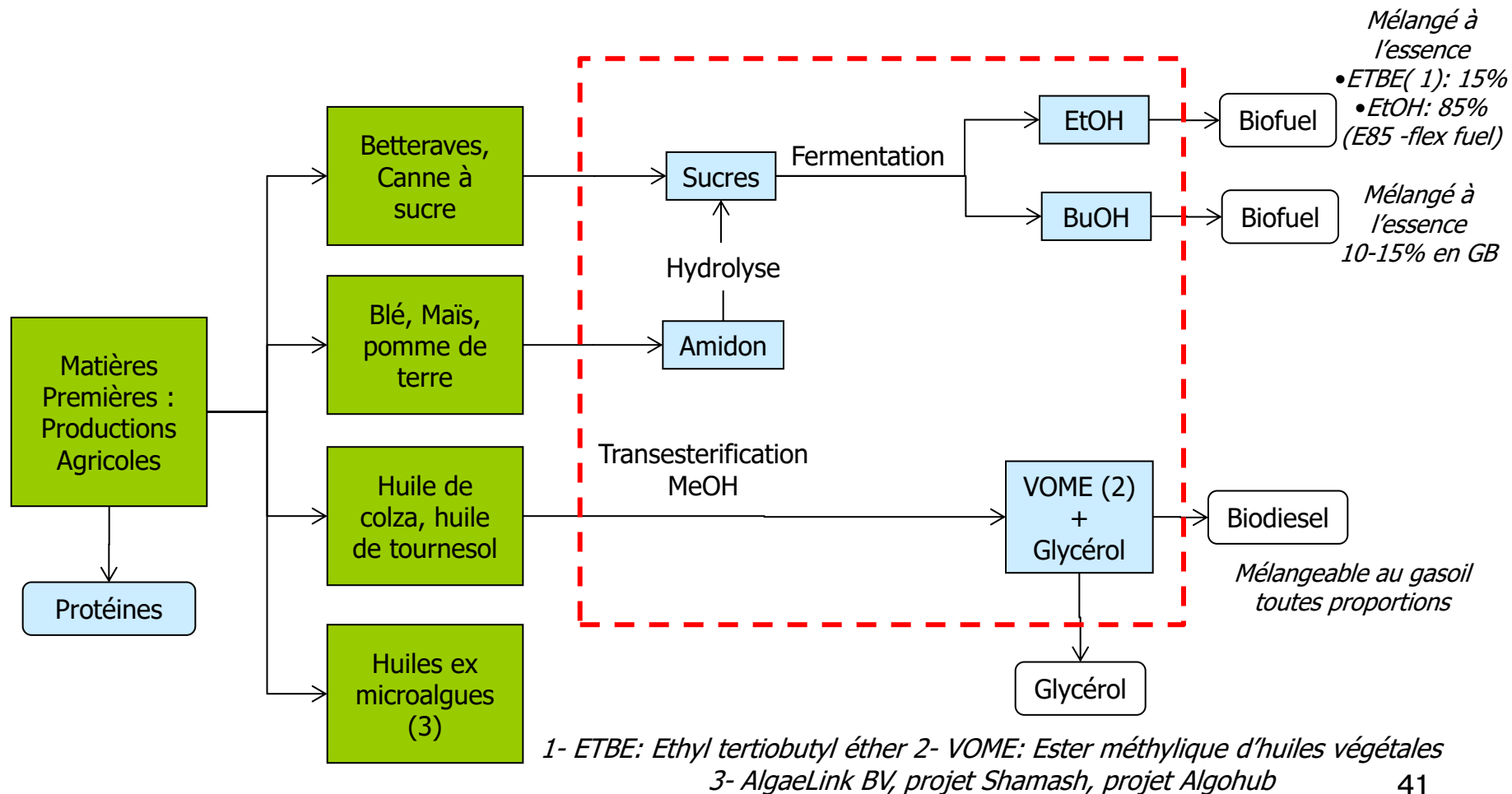
- capables de générer aussi des molécules d'intérêt pour la synthèse de polymères par «chimie propre», éventuellement biodégradables

■ Biotechnologies

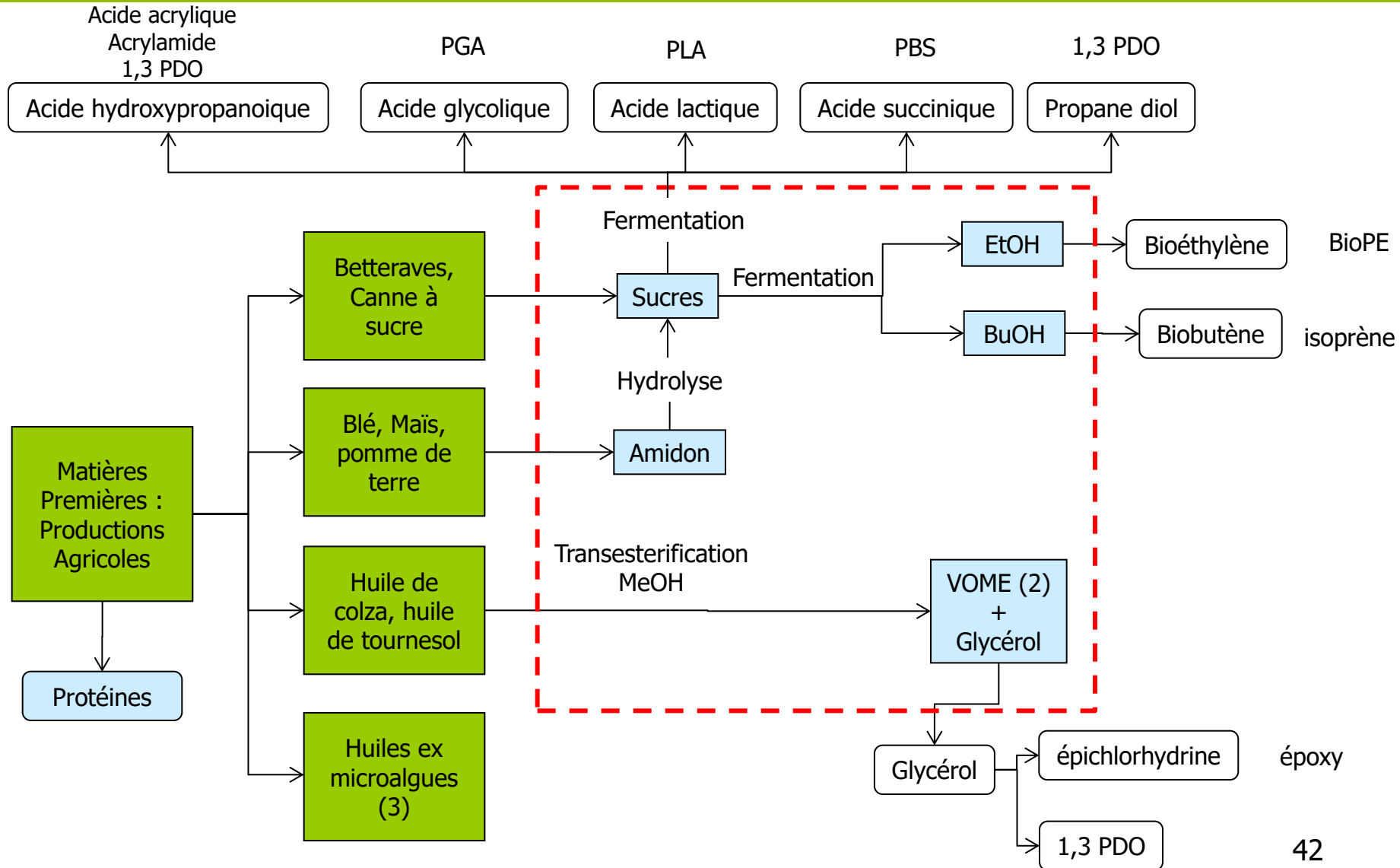
- Production de monomères et de polymères à partir d'agro ressources ou de la biomasse par les *technologies blanches**

* « *Les biotechnologies blanches consistent à appliquer des procédés naturels à la production industrielle* » ; il s'agit donc notamment de [génie biologique](#) appliqué au service de la [chimie](#).

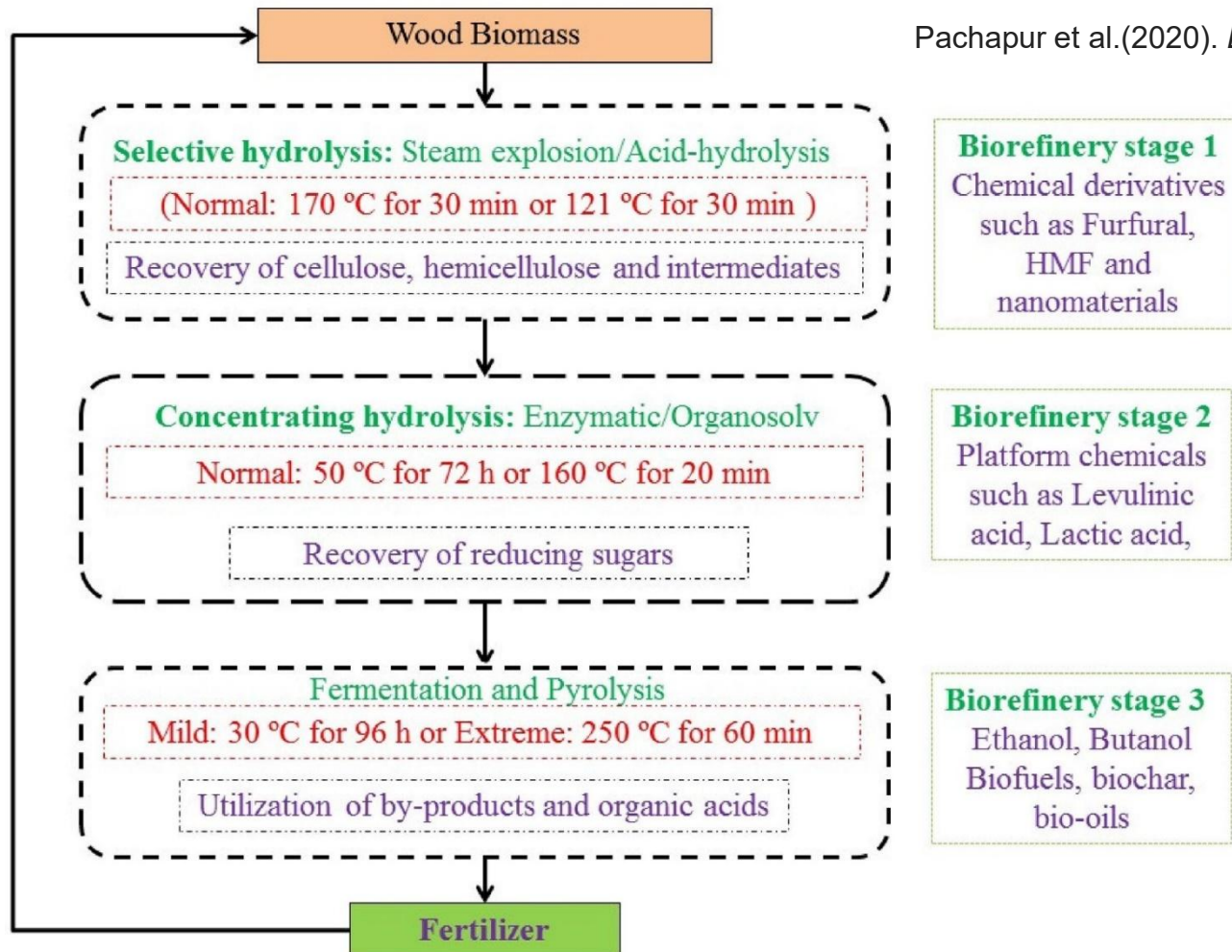
Bioraffinerie : source aliments / énergie



Bioraffinerie : source aliments / polymères



Bioraffinerie : exemple du bois



Pachapur et al.(2020). *Bioresource technology*, 299, 122632.

Fig. 1. A [biorefinery](#) model for wood biomass involving two-step [hydrolysis](#) strategy along with fermentation and [pyrolysis](#) for platform chemicals and value-added products.

Enjeux stratégiques: Bioraffineries / Biotechnologies

■ Bioraffineries

- capables de générer aussi des molécules d'intérêt pour la synthèse de polymères par «chimie propre», éventuellement biodégradables

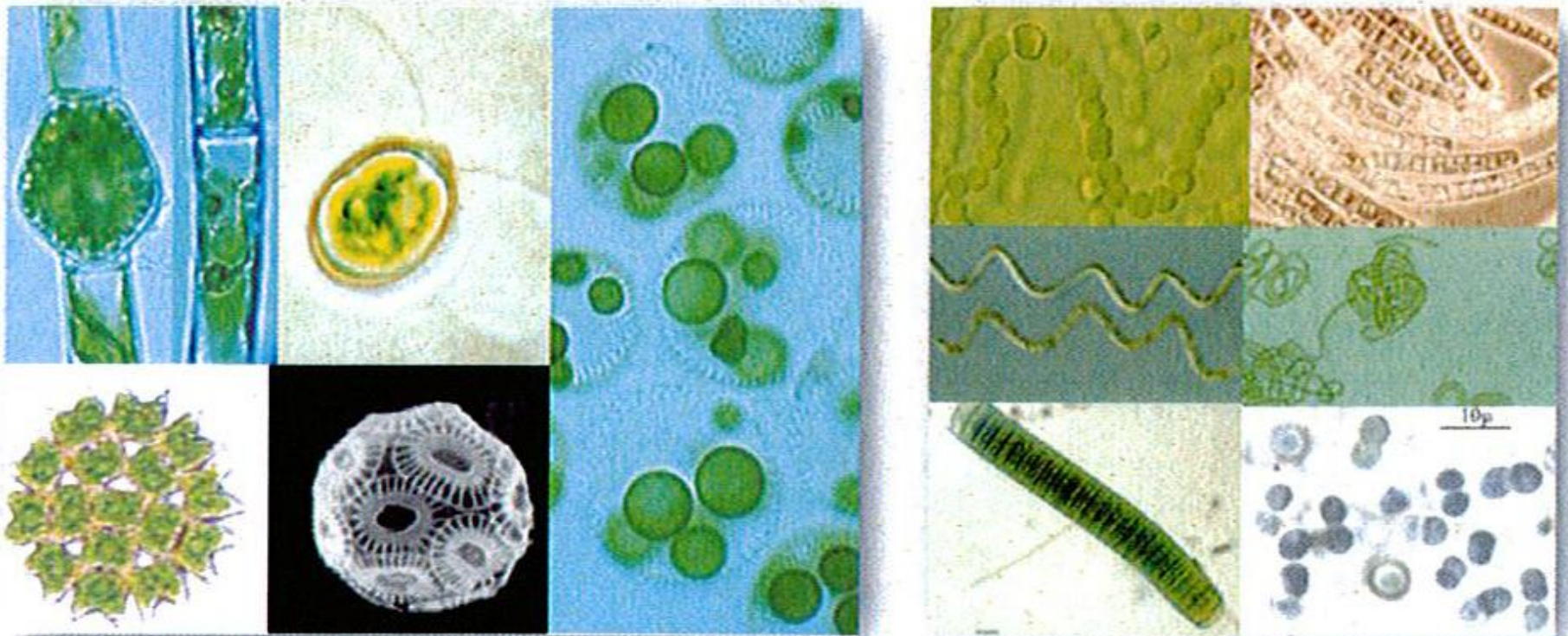
■ Biotechnologies

- Production de monomères et de polymères à partir d'agro ressources ou de la biomasse par les *technologies blanches**

* « *Les biotechnologies blanches consistent à appliquer des procédés naturels à la production industrielle* » ; il s'agit donc notamment de [génie biologique](#) appliqué au service de la [chimie](#).

Biotechnologie : exemple des microalgues

- 200 000 à 1 million d'espèces, dont seulement 30 000 décrites
- Environ 50% de la photosynthèse terrestre



Les microalgues : systèmes de production

- Systèmes de production en LR: marins et d'eau douce / ouvert ou fermé

Raceway



Open ponds



Photobioreactors / fermenters



INRA - LBE (Narbonne)

Salinalgue Project (Gruissan)

Greensea (Méze)



Microphyt (Montpellier)

- Plateforme de Recherche & Développement



SMEs



Les microalgues: source nourriture / énergie / polymère

Culture

Valorisation de déchets:
CO₂ , Chaleur, boues d'épuration...

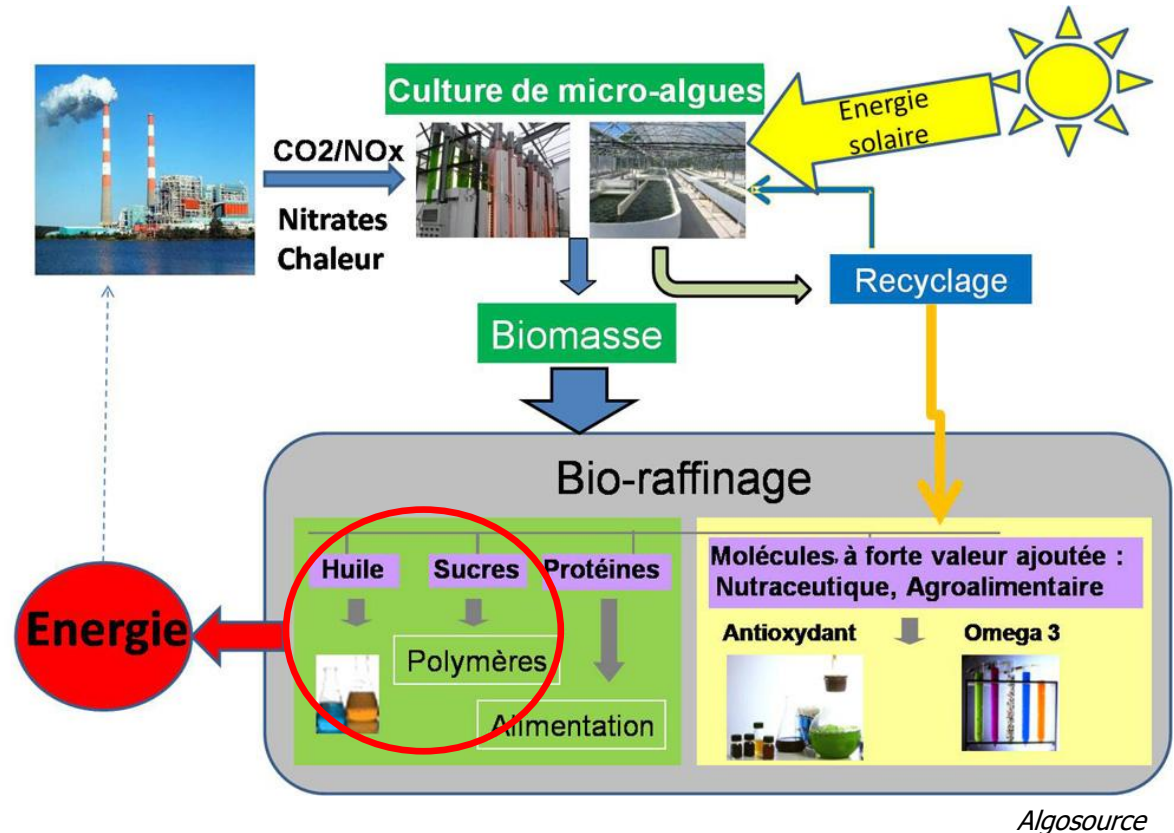
Rendement de photosynthèse très important
transforme le gaz carbonique en nutriments

Récolte

Prétraitement

Extraction

Valorisation



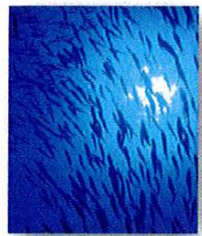
Algosource

- **Production de Bioénergies** : Biogaz et Biocarburants (3^{ème} génération)
- **Production de biomatériaux**: Bioplastiques (Amidon,...)
- **Production d'aliments**: Alimentation humaine et animale

Les microalgues: source nourriture / énergie / polymère

➤ Coût de la biomasse / applications

<https://www.carnot-mines.eu/fr/des-mat%C3%A9riaux-issus-des-micro-algues>



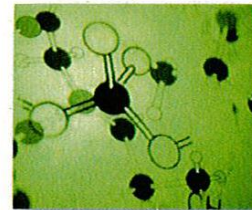
Aquaculture



Nutrition



Cosmétique



Chimie verte



Energie
(biohydrogène,
biocarburant)

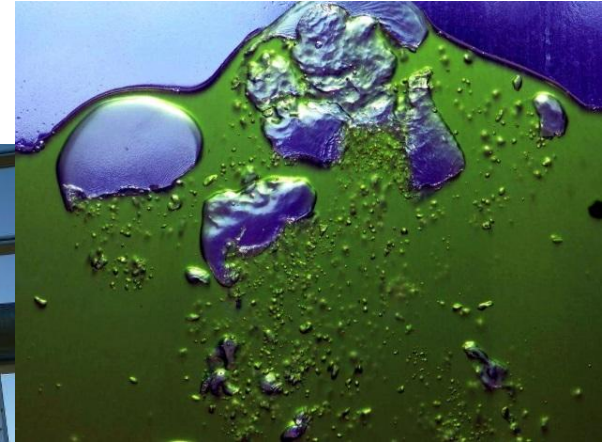
Coût de production de la biomasse



Les microalgues: source nourriture / énergie / polymère



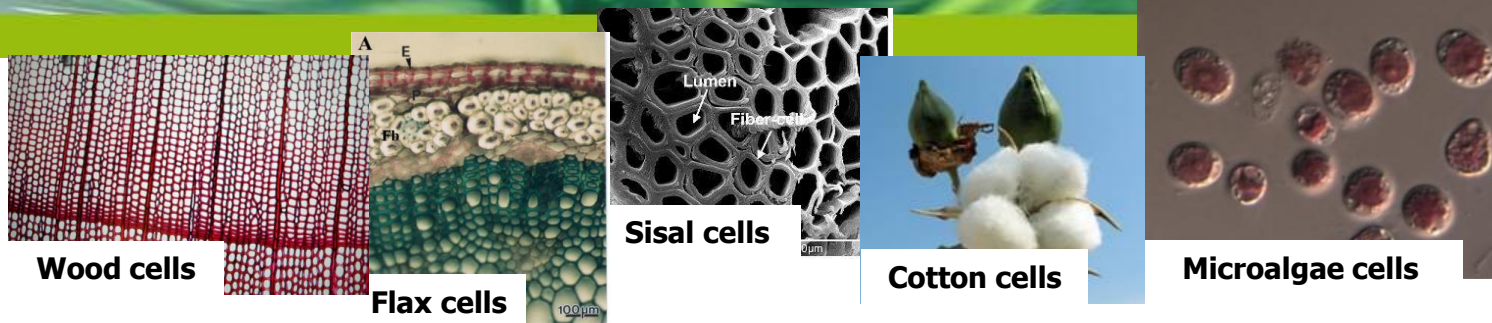
Algae house Hambourg



Volkswagen vehicle to get power from algae biogas



Stratégies d'utilisation de la biomasse en matériaux



Extraction & dis-assembly

Fragmentation & impregnation



Meso- and microscopic level



Natural fibre reinforced composites



Decking, automotive, aeronautics...



Swelling, plasticization or dissolution

Macromolecular level



Biopolymer solutions & plasticized biopolymers

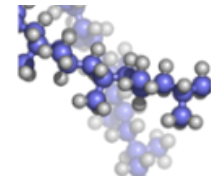


Fibers, films, sponges...



Biorefinery & fractionation

Molecular level

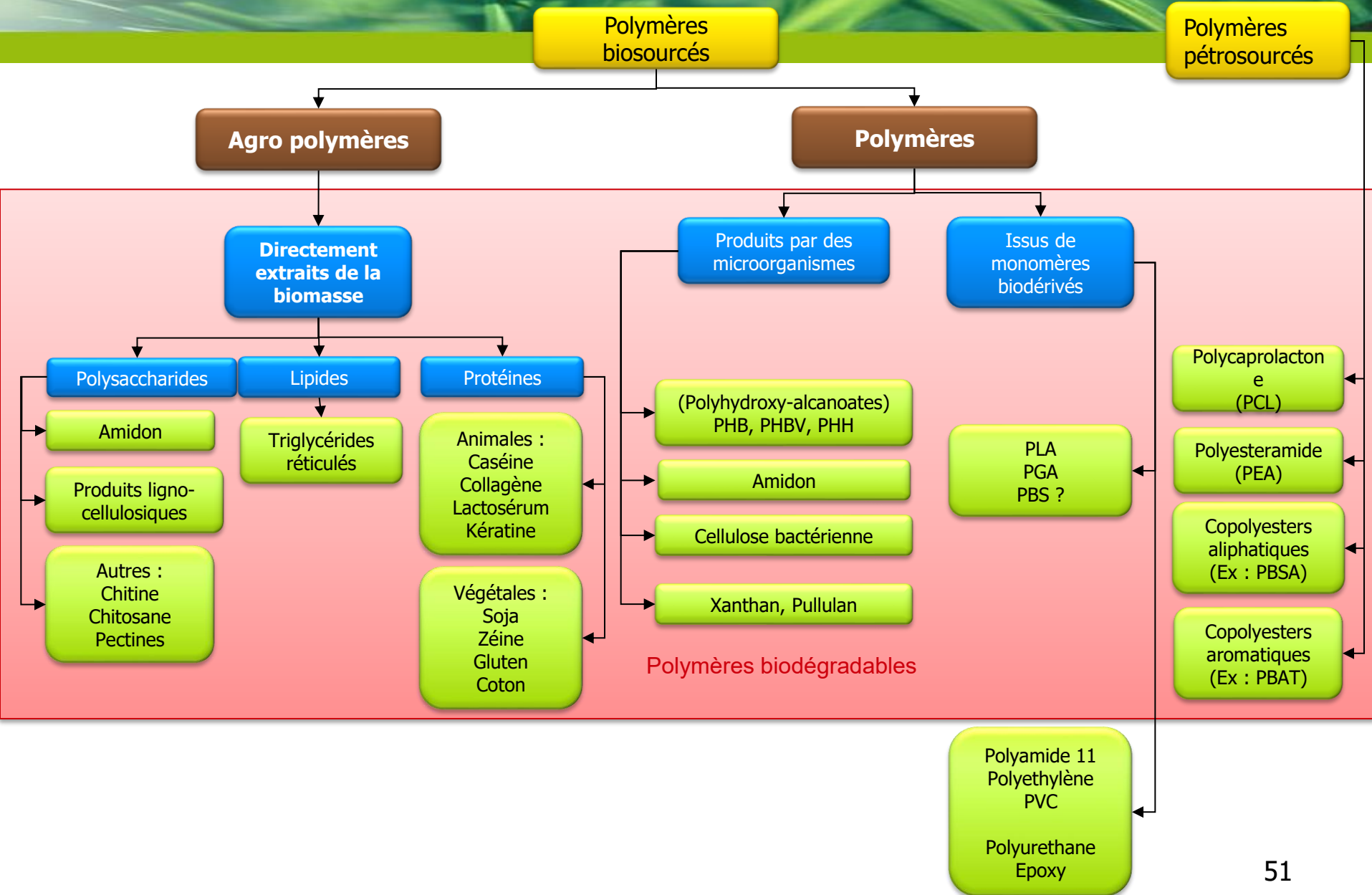


Bio-based synthons for macromolecular chemistry and biotechnology



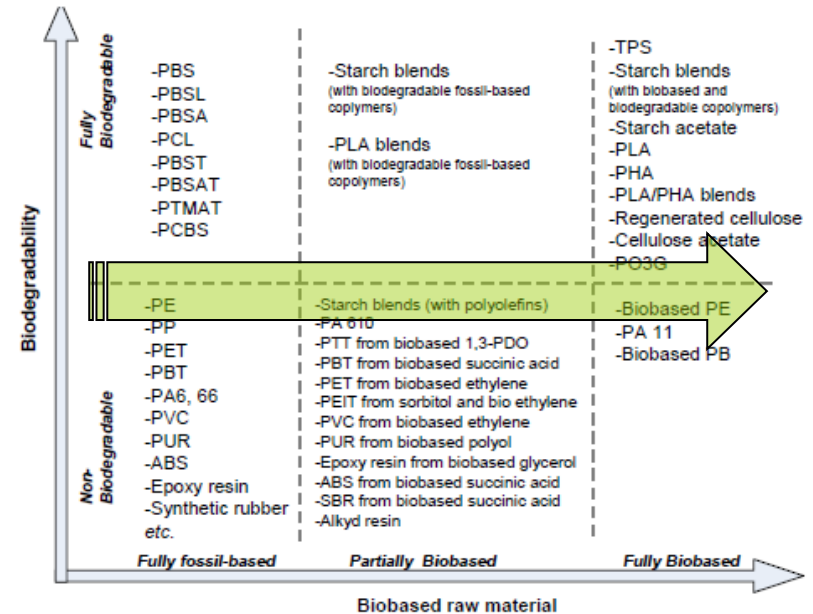
**bio-based polymers
(biopolyesters, polyolefins, polyamides, epoxy,...)**

Polymères biosourcés/biodégradables



Conclusions

✓ A terme la quasi totalité des polymères seront biosourcés (biodégradables ou non)



✓ Forte concurrence sur la production

✓ Développement de nouvelles filières (Nvx gisements locaux de biomasse)

✓ Association agriculteurs / biotechnologies / industries chimiques

✓ Compromis : ressources / procédé – coût / performances

✓ Equilibre : alimentation / énergie / matériaux

Annexes

- Définitions
- Enjeux environnementaux : outils d'évaluation ACV
- Enjeux stratégiques: normes & directives
- Production et marchés

Définitions

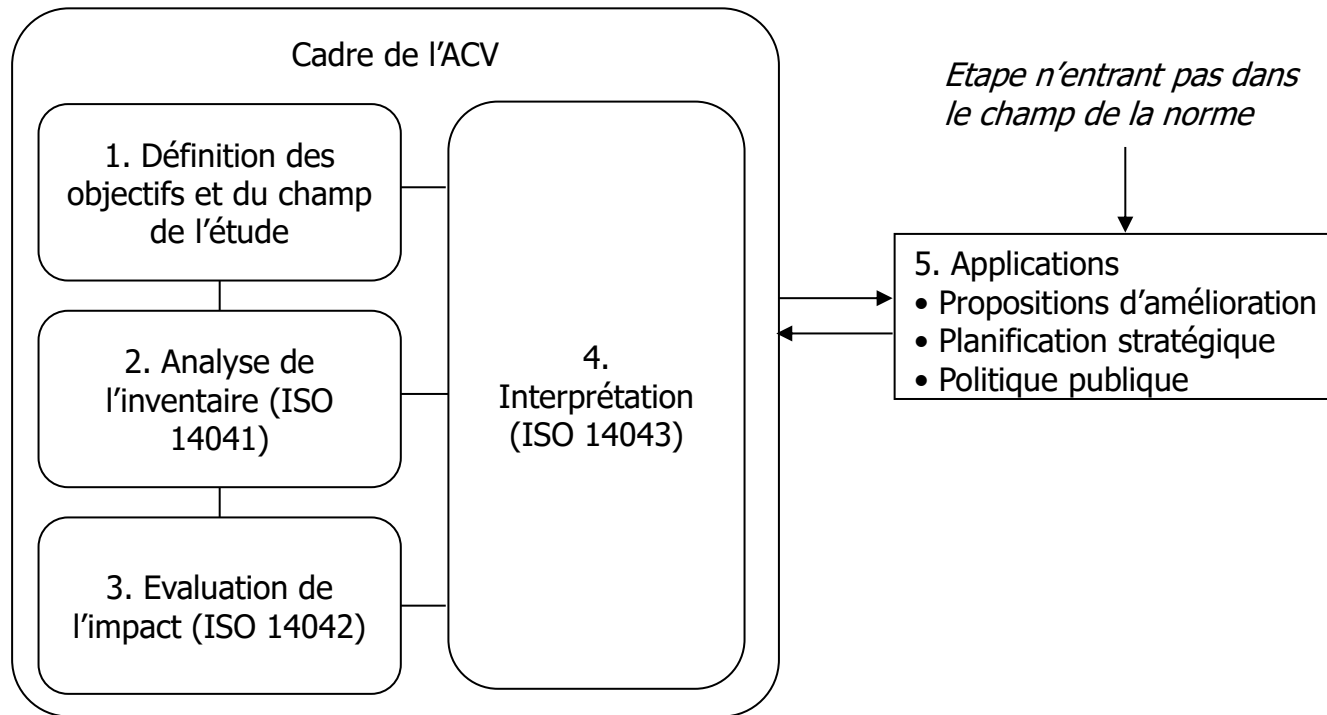
- Terminologie multiple pour les biomatériaux
 - Agromatériaux :
 - matériaux formés de mélanges de fibres naturelles et de polymères + bois (*Ademe*)
 - Biomatériaux :
 - Les biomatériaux réunissent l'ensemble des matériaux synthétisés par le vivant (monde végétal ou animal) (*Ademe*)
 - Matériaux au contact du vivant (prothèse, implant...)
 - Biopolymères :
 - Matériaux polymères au contact du vivant (prothèse, implant...)
 - Matériaux polymères extraits directement de la biomasse
 - Ecomatériaux : ???

Définitions

- Autres termes rencontrés
 - **Photo ou oxodégradable** :
 - matériau dégradable sous l'action des UV et de la température grâce à la présence d'additifs (ex : PE ou PS)
 - **Biofragmentable** :
 - matériau dont une partie est biodégradable ce qui provoque sa fragmentation (1^{er} étape de la biodégradation)
 - **Biorésorbable** :
 - matériau introduit dans le corps humain et qui en sera à terme éliminé
 - **Bioassimilable** :
 - matériau qui sera dégradé par action chimique puis enzymatique dans le corps humain (ex : PLA)

Enjeux environnementaux : outils d'évaluation

■ Méthodologie (Normes ISO 14040 à 14043)



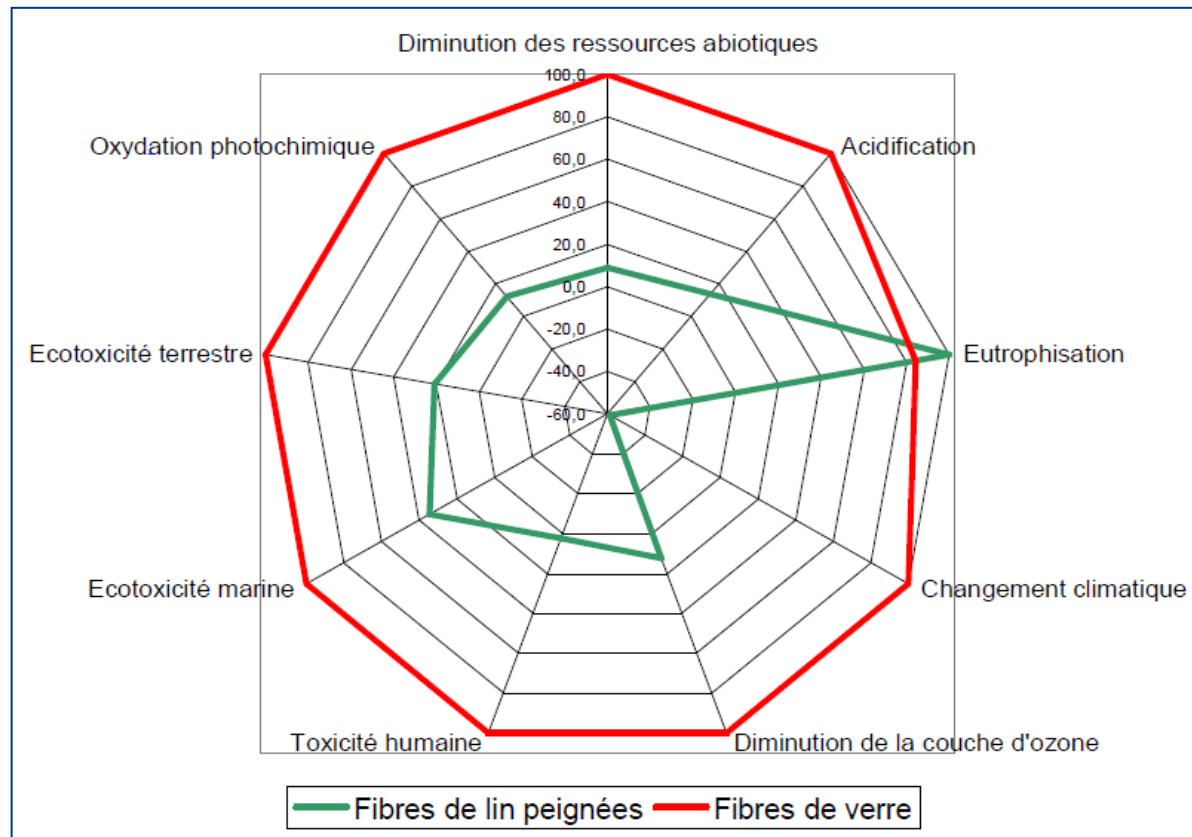
■ Intérêts de l'ACV

- Balance énergétique positive ?
- Identifier les points faibles de chaque solution
- Eviter les transferts de pollution

Enjeux environnementaux : outils d'évaluation

■ Exemple

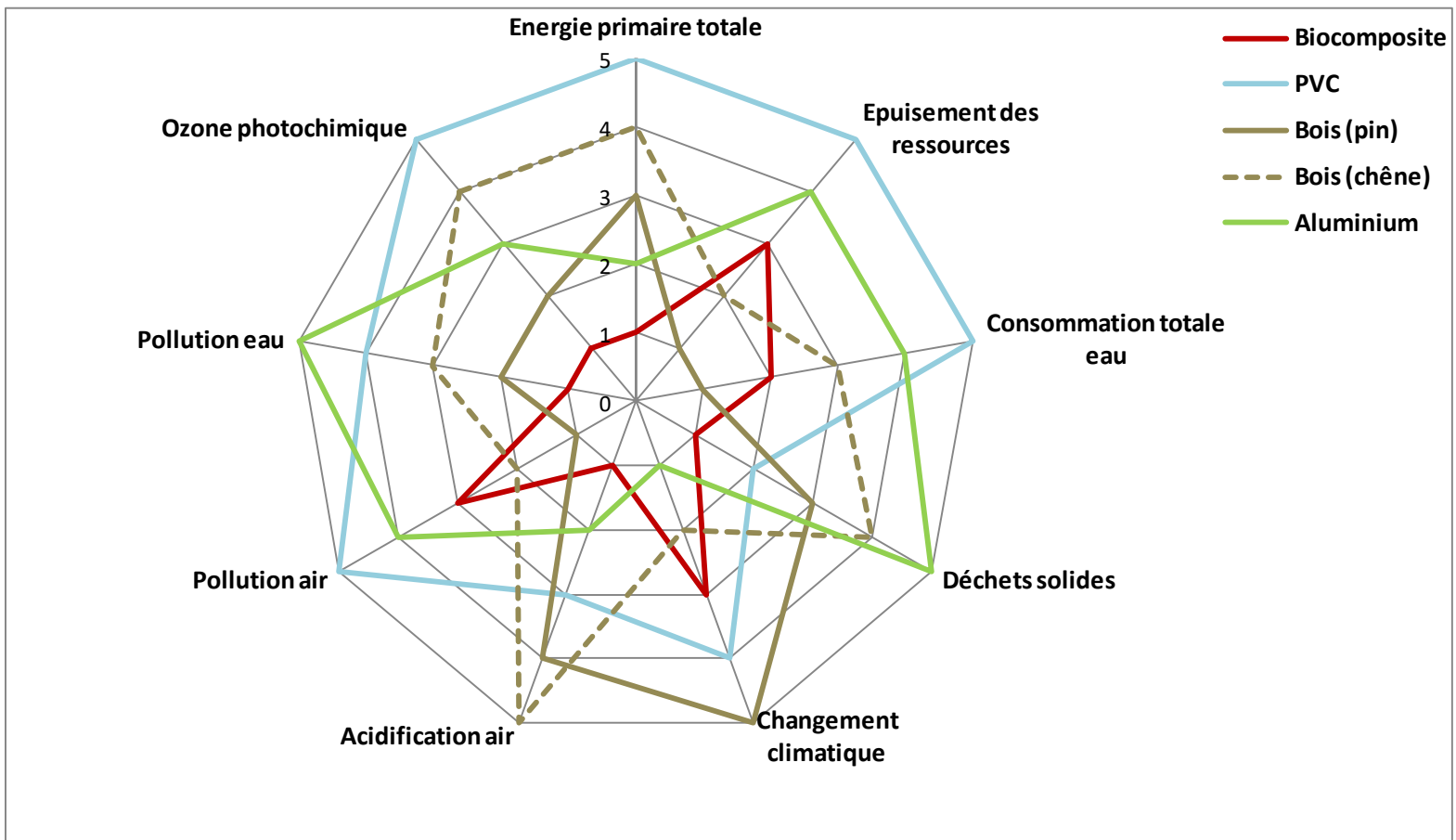
**1 kg de fibres de lin vs.
1 kg de fibres de verre**



Enjeux environnementaux : outils d'évaluation

■ Exemple

Travaux sur une fenêtre en polyester/lin (projet ADEME BIOBAT)



Enjeux stratégiques : processus normatif

- Directives – contraintes réglementaires
 - Cas de l'emballage
 - Directive 94/62/CE fixe les exigences essentielles
 - exigences portant sur la fabrication et la **composition de l'emballage** (réduction à la **source**),
 - exigences portant sur le caractère **réutilisable de l'emballage**,
 - exigences portant sur le caractère **valorisable d'un emballage** (**recyclage** des matériaux ; valorisation énergétique, valorisation par **compostage**, biodégradation).
 - Mandats donnés au CEN pour l'élaboration de normes permettant de répondre aux exigences essentielles
 - Aboutissement : publication de 6 normes (EN 13427 à EN 13432) + rapport CR 13695-1 et 2
 - Ces normes sont harmonisées au titre de la Directive (publication au JOUE –février 2005):
 - Cas des couverts jetables
 - nouveau décret Français pour leur interdiction en 2020
 - Cas de l'agriculture
 - L'utilisation de matériaux biodégradables en agriculture est une pratique acceptable et offre une alternative aux difficultés d'élimination des déchets par la voie du recyclage «matière»
 - Directives européennes 75/442 et 91/156 relatives aux déchets
 - Projet de décret sur l'élimination des plastiques agricoles
 - **EN17033 « Plastiques - Films de paillage biodégradables pour utilisation en agriculture et horticulture - Exigences et méthodes d'essai »**

Enjeux stratégiques : processus normatif

- Norme européenne EN 13432 (USA : ASTM D6400)
 - Exigences relatives aux emballages valorisables par **compostage et biodégradation** –programme d'essais et critères d'évaluation de l'acceptation finale des emballages
 - Caractéristiques à contrôler et critères d'acceptation:
 - **Maîtrise des constituants** : Identification de tous les constituants, respects de valeurs seuils pour les métaux lourds, solides volatiles et fluor
 - **Désintégration** en cours de traitement biologique: Après 12 semaines, au moins 90% (en masse) de l'emballage doit passer au travers des mailles d'un tamis de 2 mm. Test pratique de compostabilité dans une unité de compostage semi-industrielle ou industrielle : pas d'influence négative sur le procédé de compostage.
 - **Biodégradabilité ultime** : Biodégradabilité en milieu aqueux (consommation d'oxygène et production de CO₂): Il doit être prouvé que 90% du matériau organique est converti en CO₂ en 6 mois.
 - **Qualité du compost final et écotoxicité**: Analyse des effets du compost sur la croissance de plantes (test agronomique), test d'écotoxicité. Performance supérieure à 90% de celle du compost témoin correspondant
- Renvoi à des méthodes d'essai normalisées

Enjeux stratégiques: normes & directives

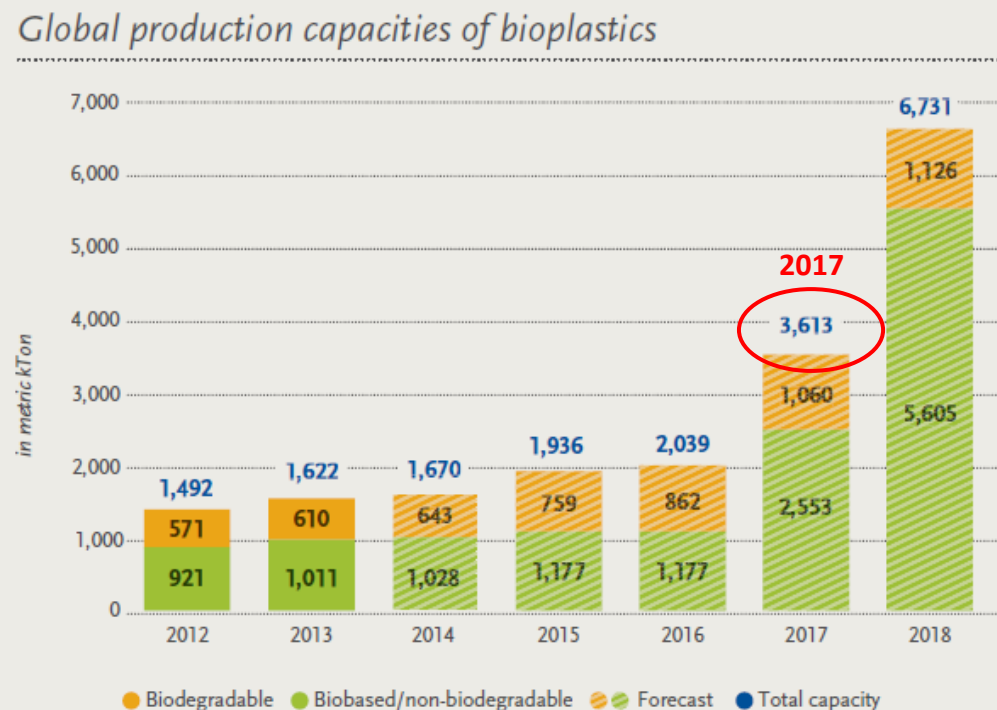
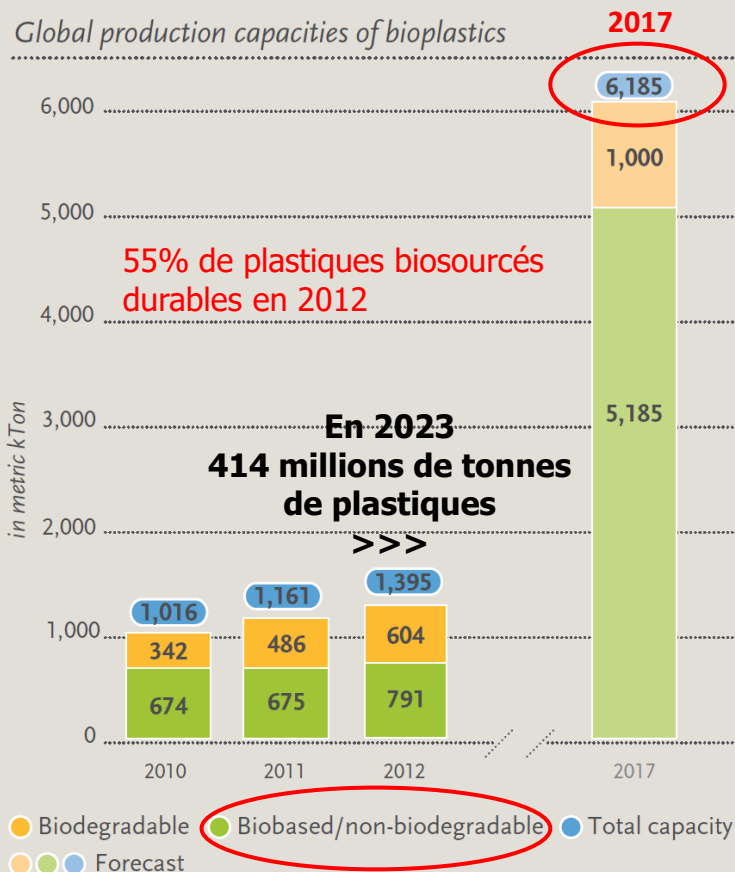
■ Méthodes normalisées

- Test préliminaire : quantification du degré de désintégration à l'échelle laboratoire (5 L à 20 L, ISO 20200) dans des conditions contrôlées de compostage
 - Durée de l'essai limitée à 3 mois
- Méthode recommandée par EN 13432: quantification du CO₂ libéré (EN 14046 - ISO 14855) et du degré de désintégration à l'échelle pilote (> 140 L, EN 14045 - ISO 16929) dans des conditions contrôlées de compostage
 - Durée de l'essai limitée à 12 semaines (désintégration) et 6 mois (biodégradation)
 - Taux de biodégradation et de désintégration $\geq 90\%$ (et $\geq 70\%$ en 45 jours)
 - Test ecotoxicité
- Méthodes alternatives en milieu aqueux aérobie par mesure du CO₂ libéré (EN 14047 - ISO 14852) ou de la demande en O₂ (EN 14048 - ISO 14851)
 - Même durée, même taux (90 %)
- Méthode alternative en milieu aqueux anaérobie par mesure de la production de biogaz (ISO 14853)
 - Durée de l'essai limitée à 2 mois
 - Taux de biodégradation $\geq 50\%$ de la valeur théorique



Production et marché

■ Perspectives de production des plastiques bio-sourcés



Source: European Bioplastics | Institute for Bioplastics and Biocomposites (December 2013)

Source: European Bioplastics, Institute for Bioplastics and Biocomposites, nova-Institute (2014)
 More information: www.bio-based.eu/markets and www.downloads.ifbb-hannover.de

Production et marché

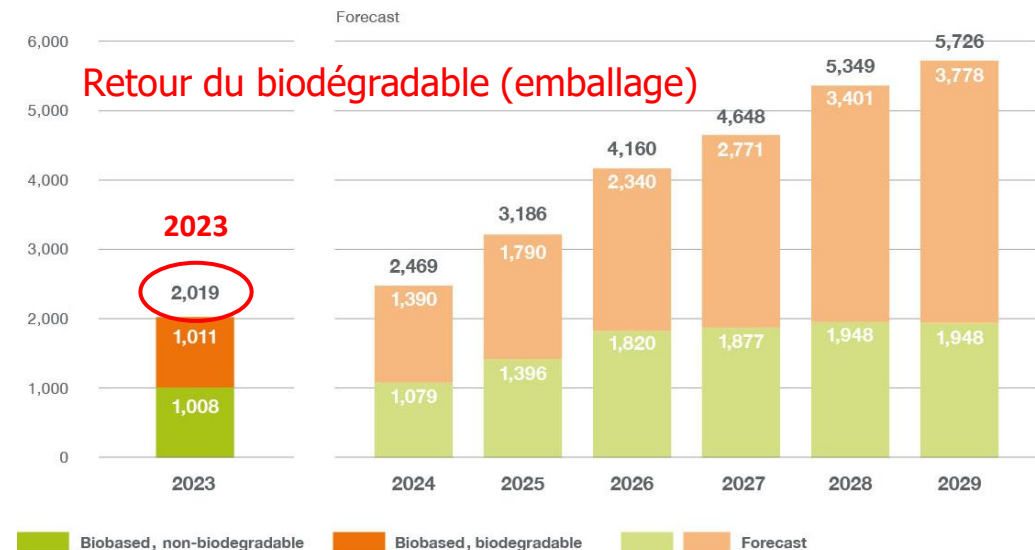
■ Perspectives de production des plastiques bio-sourcés

Global production capacities of bioplastics



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

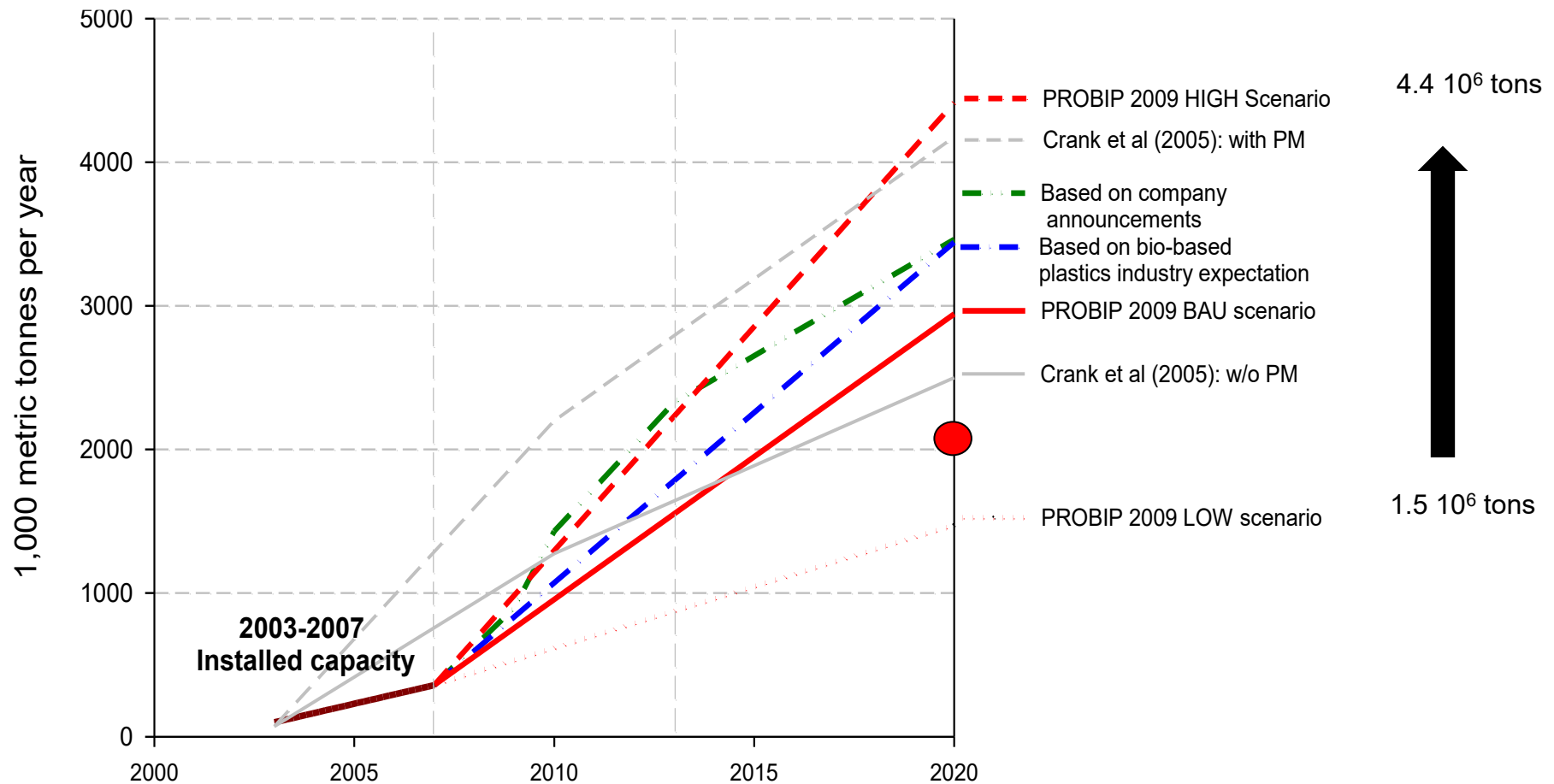
Global production capacities of bioplastics in 1,000 tonnes



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2024)

Production et marché

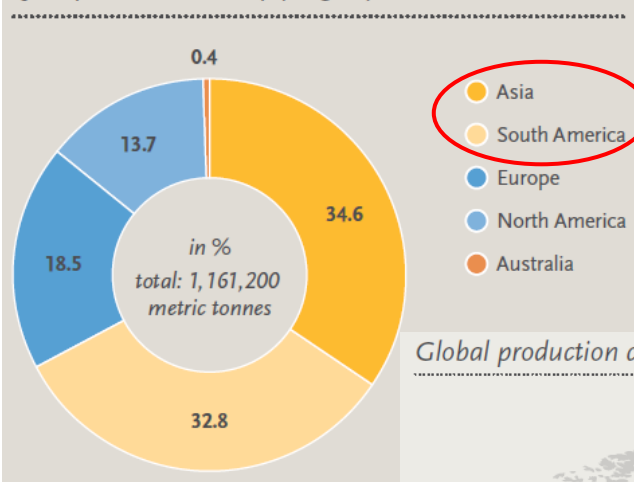
■ Perspectives de production des plastiques bio-sourcés



Production et marché

■ Répartition par région dans le monde

Global production capacity of bioplastics in 2011 (by region)

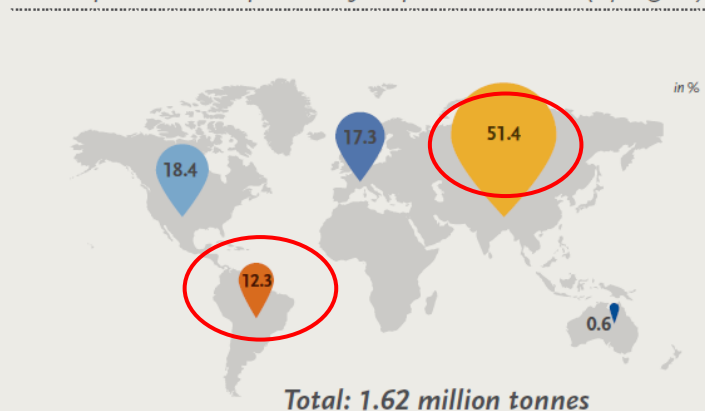


Source: European Bioplastics | Institute for Bioplastics and Biocomposites (December 2013)

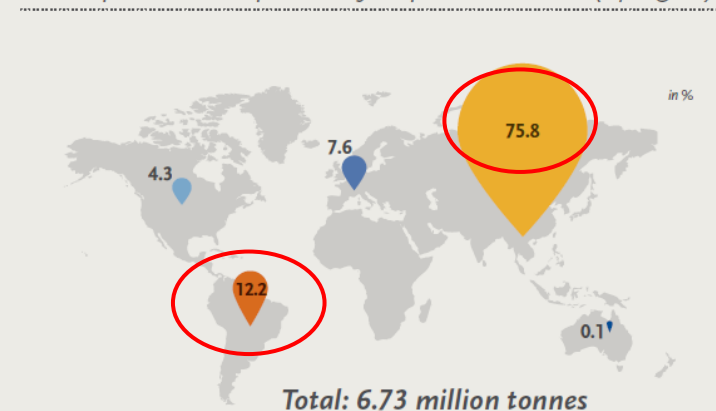


➤ Majeur partie de la production en Asie

Global production capacities of bioplastics in 2013 (by region)



Global production capacities of bioplastics in 2018 (by region)



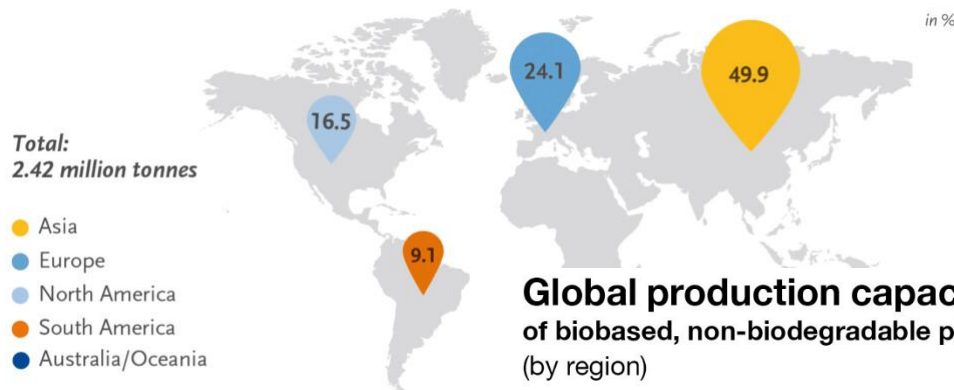
- Asia
- South America
- North America
- Europe
- Australia/Oceania

Source: European Bioplastics, Institute for Bioplastics and Biocomposites, nova-Institute (2014)
More information: www.bio-based.eu/markets and www.downloads.ifbb-hannover.de

Production et marché

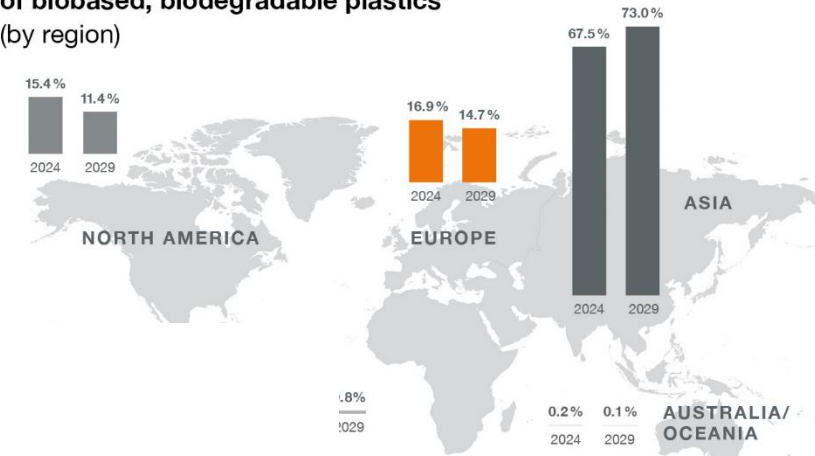
■ Répartition par région dans le monde

Global production capacities of bioplastics in 2021 (by region)

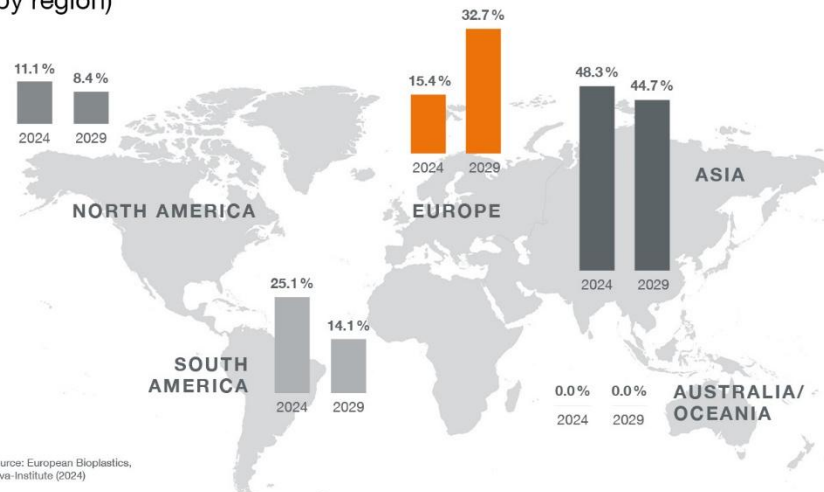


Source: European Bioplastics, nova-Institute (2021)
More information: www.european-bioplastics.org/market and www.nova-institute.com

Global production capacities of biobased, biodegradable plastics (by region)



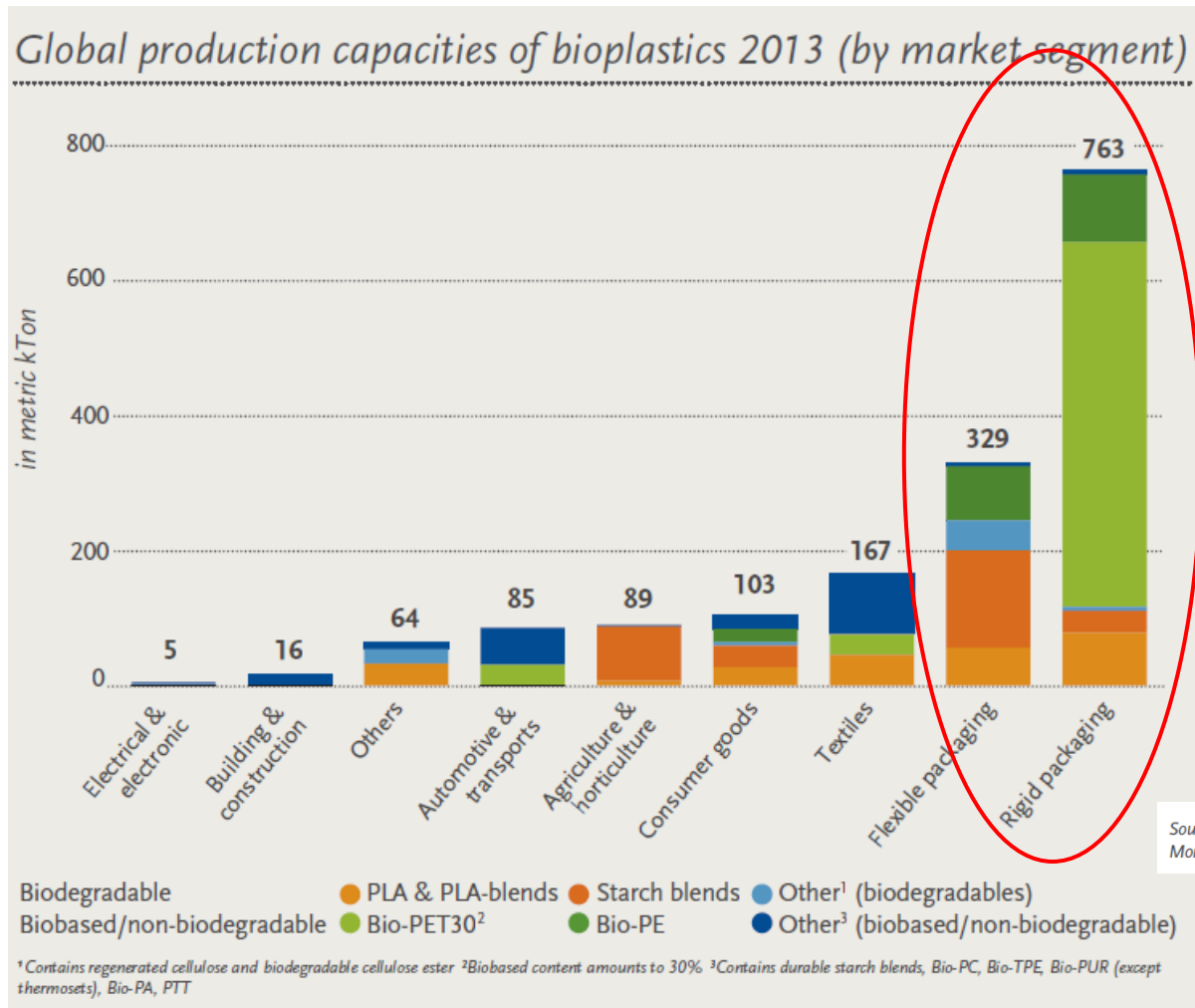
Global production capacities of biobased, non-biodegradable plastics (by region)



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2024)

Production et marché

■ Répartition par secteur / polymères



- Importance de l'emballage (~70% de la production)
- Recyclable (bioPET) vs. biodégradable / compostable (starch blends, PLA & PLA-blends)

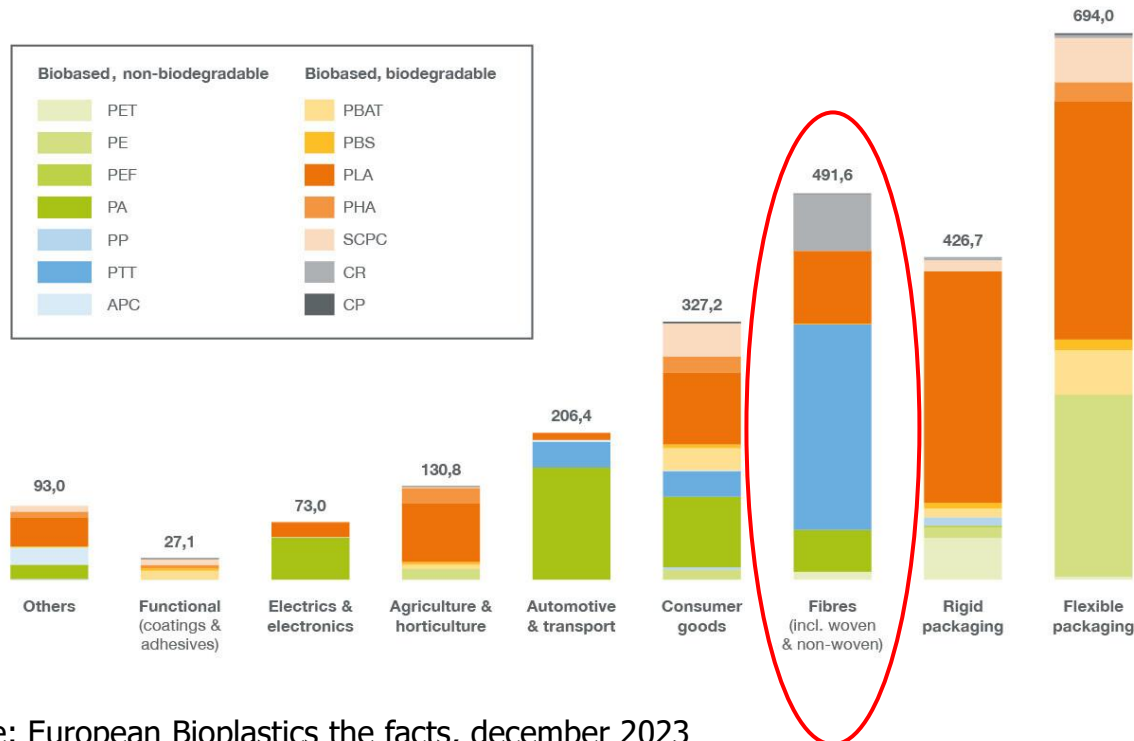
Source: European Bioplastics, Institute for Bioplastics and Biocomposites, nova-Institute (2014)
More information: www.bio-based.eu/markets and www.downloads.ifbb-hannover.de

Production et marché

■ Répartition par secteur / polymères

Global production capacities of bioplastics 2024 (market segments by polymers)

in 1,000 tonnes



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2024)