



Domaine disciplinaire

Biopolymères & Polymères Bio-sourcés

Rachel Auzély (CERMAV)

Henri Cramail (LCPO)

NB: les informations fournies dans ce document ne sont pas exhaustives et doivent être considérées comme une base de réflexion et de travail....!

Biopolymères & Polymères

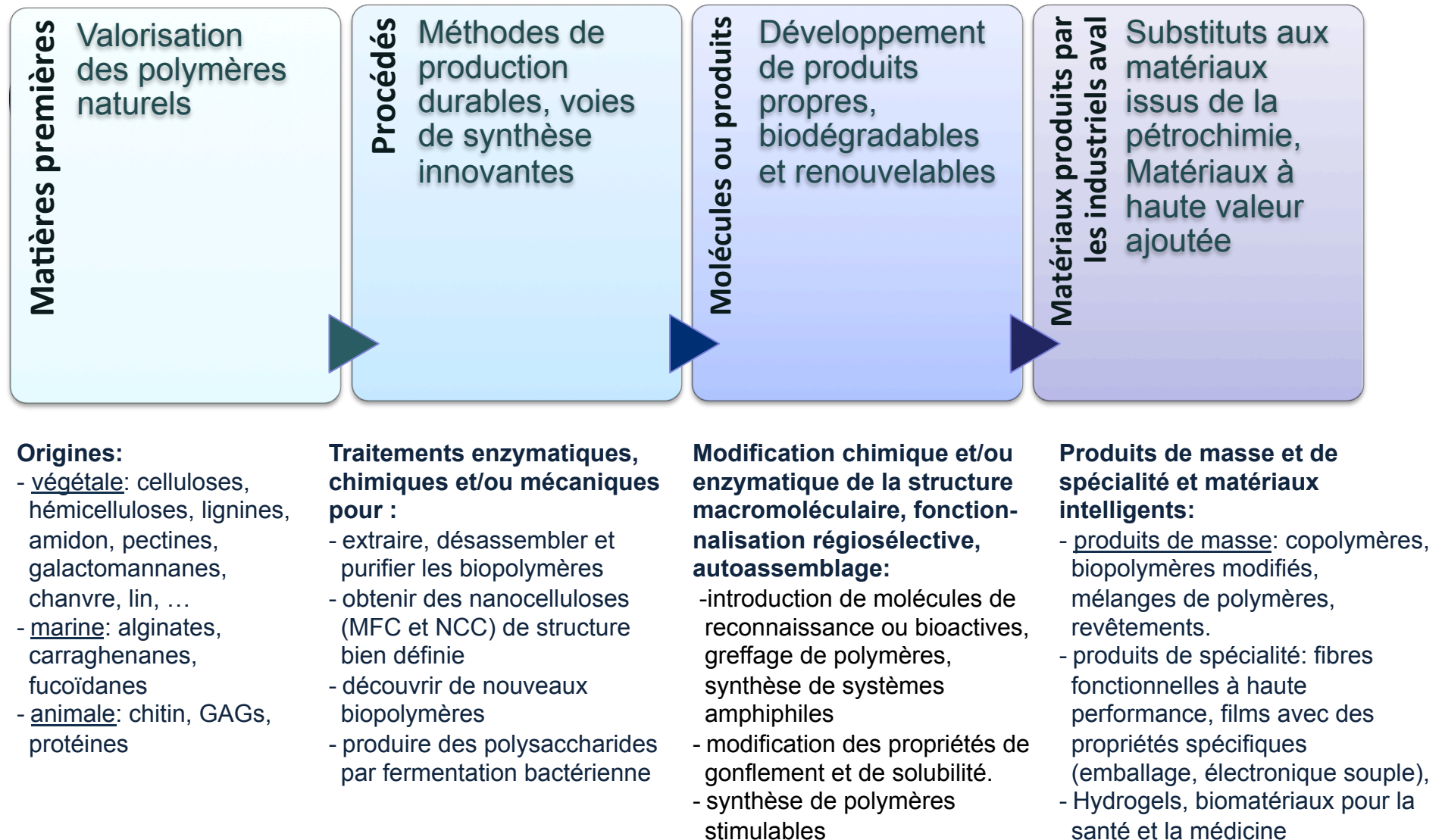
Bio-sourcés

Plan de l'exposé



1. Modification Chimique des Biopolymères (**polysaccharides**): vers des matériaux/systèmes à propriétés spécifiques
2. Synthons issus de la biomasse (déconstruction/dépolymérisation de la biomasse) et étude de leur polymérisation
3. Production bactérienne de polymères

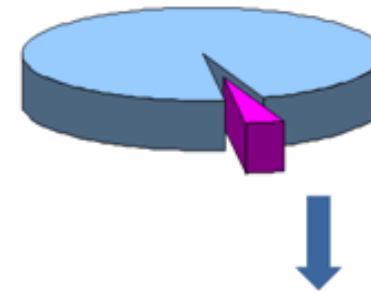
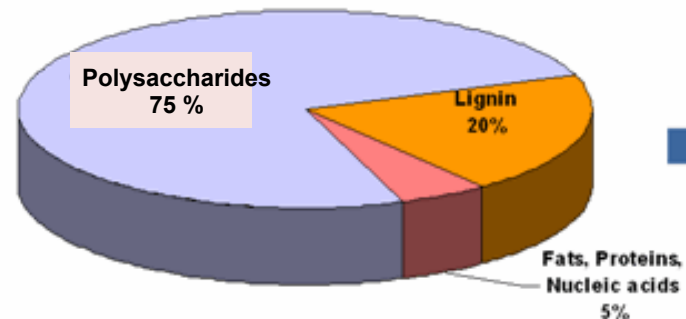
1. 'Chimie' des biopolymères



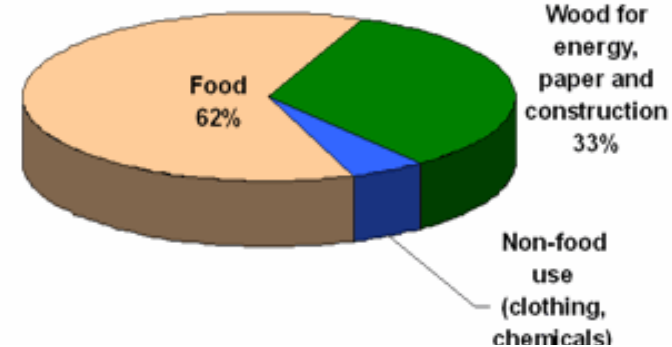
Les Biopolymères



Annual biomass production: 170 billion tons



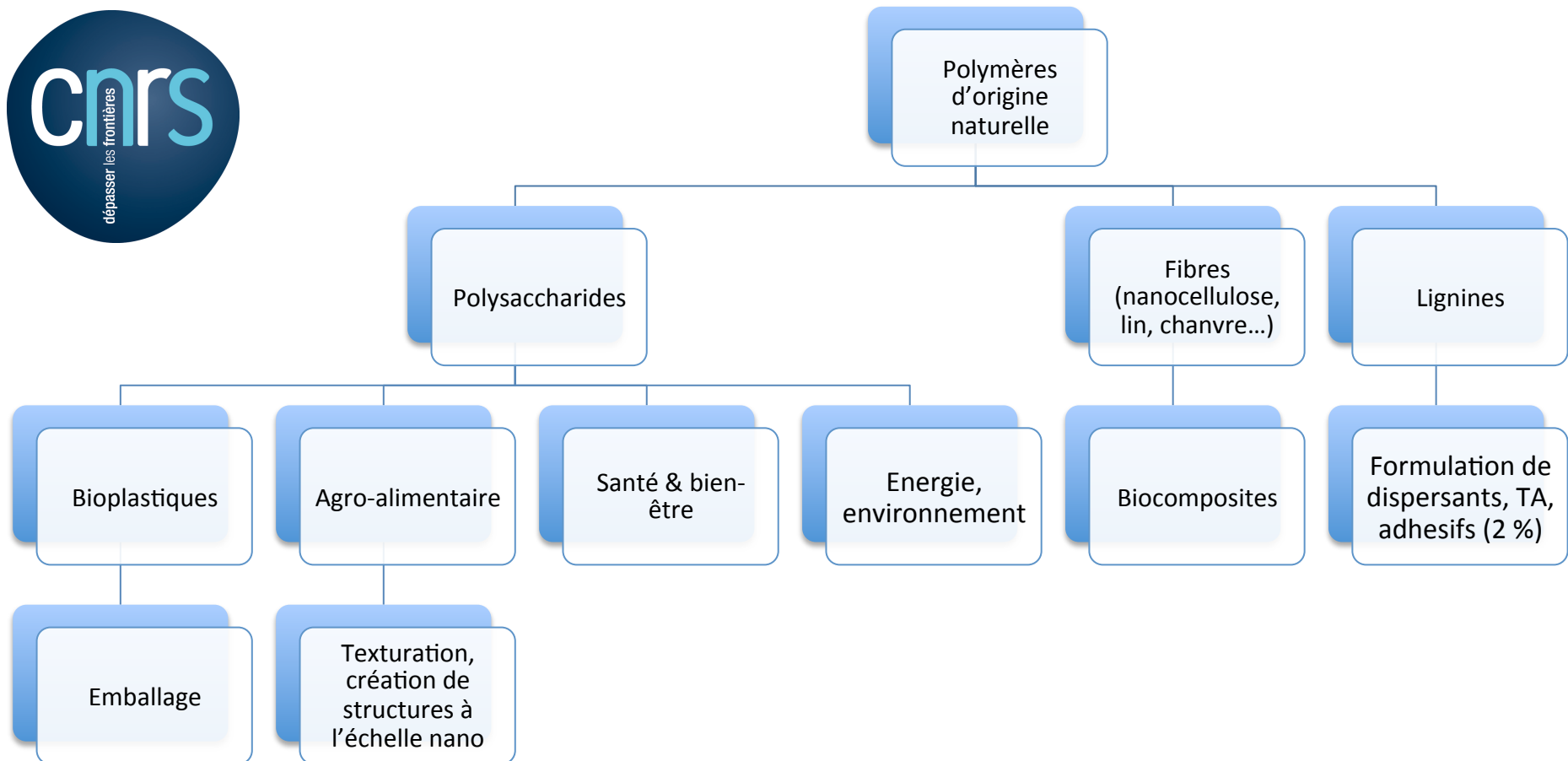
Only 3.5% is used by human (6 billion tons/a)



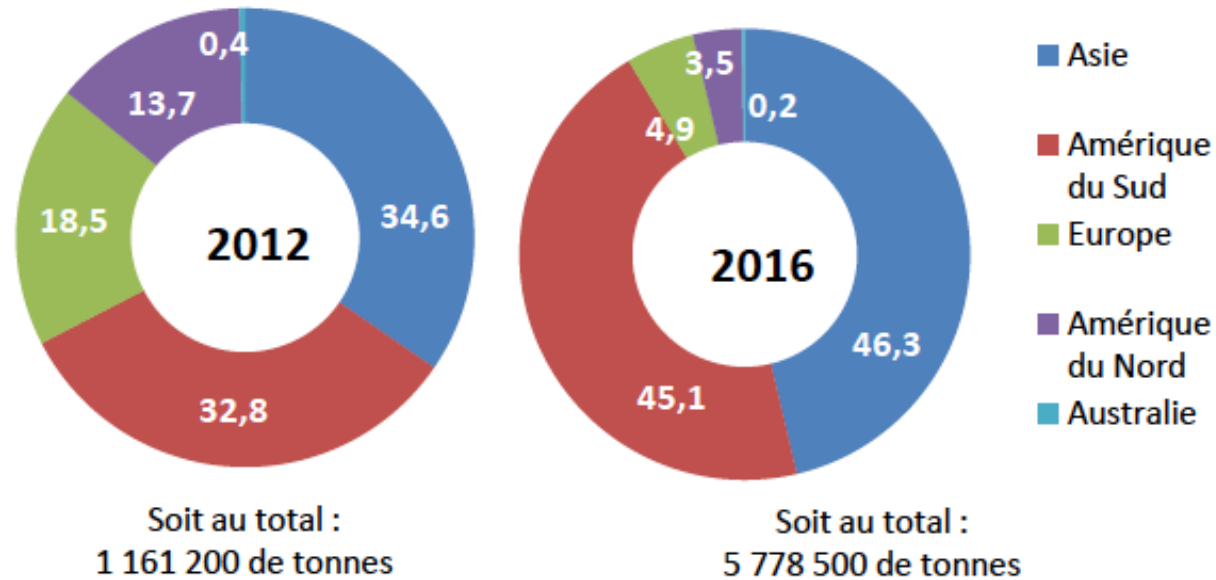
Source EPNOE

⇒ **Polysaccharides** : ressource naturelle sous-exploitée dans les marchés porteurs (chimie pour l'énergie, l'environnement, la construction, l'agriculture, la santé, le bien-être)

Les Biopolymères



'Les Bioplastiques'



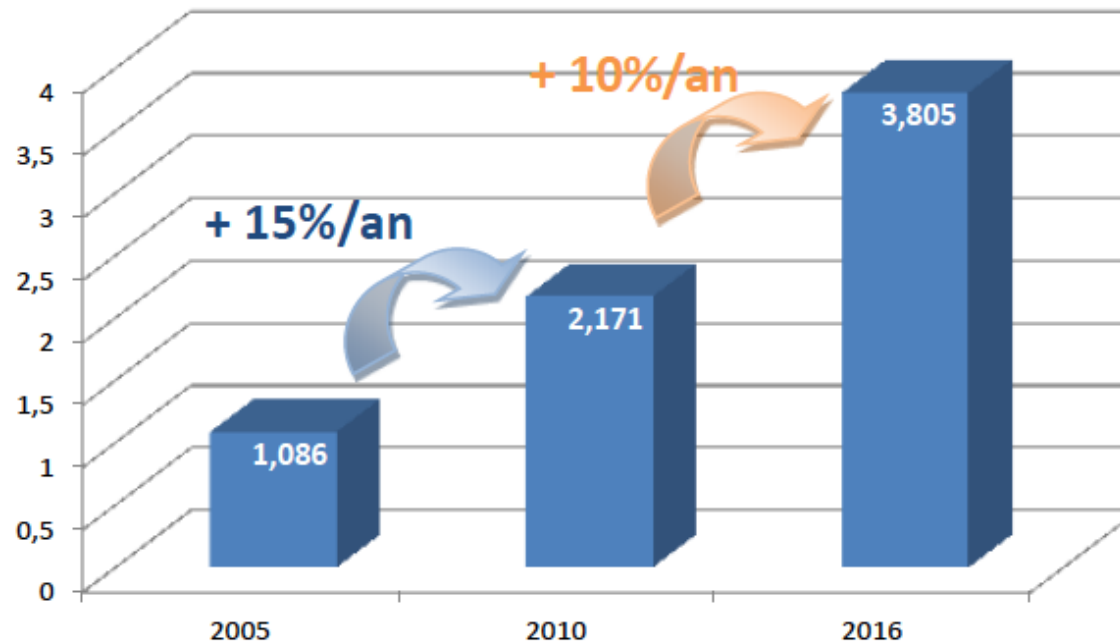
Capacité de production bioplastiques mondiale par pays (2012) et prévision pour 2016 (Source *European Bioplastics 2012*)



- Les bioplastiques représentent 1 % du marché mondial des plastiques
- Fort dynamisme des BRIC et investissement des pays occidentaux dans ces régions



Les Biocomposites



Marché mondial des biocomposites en millions de dollars (Source : Lucintel-2011)



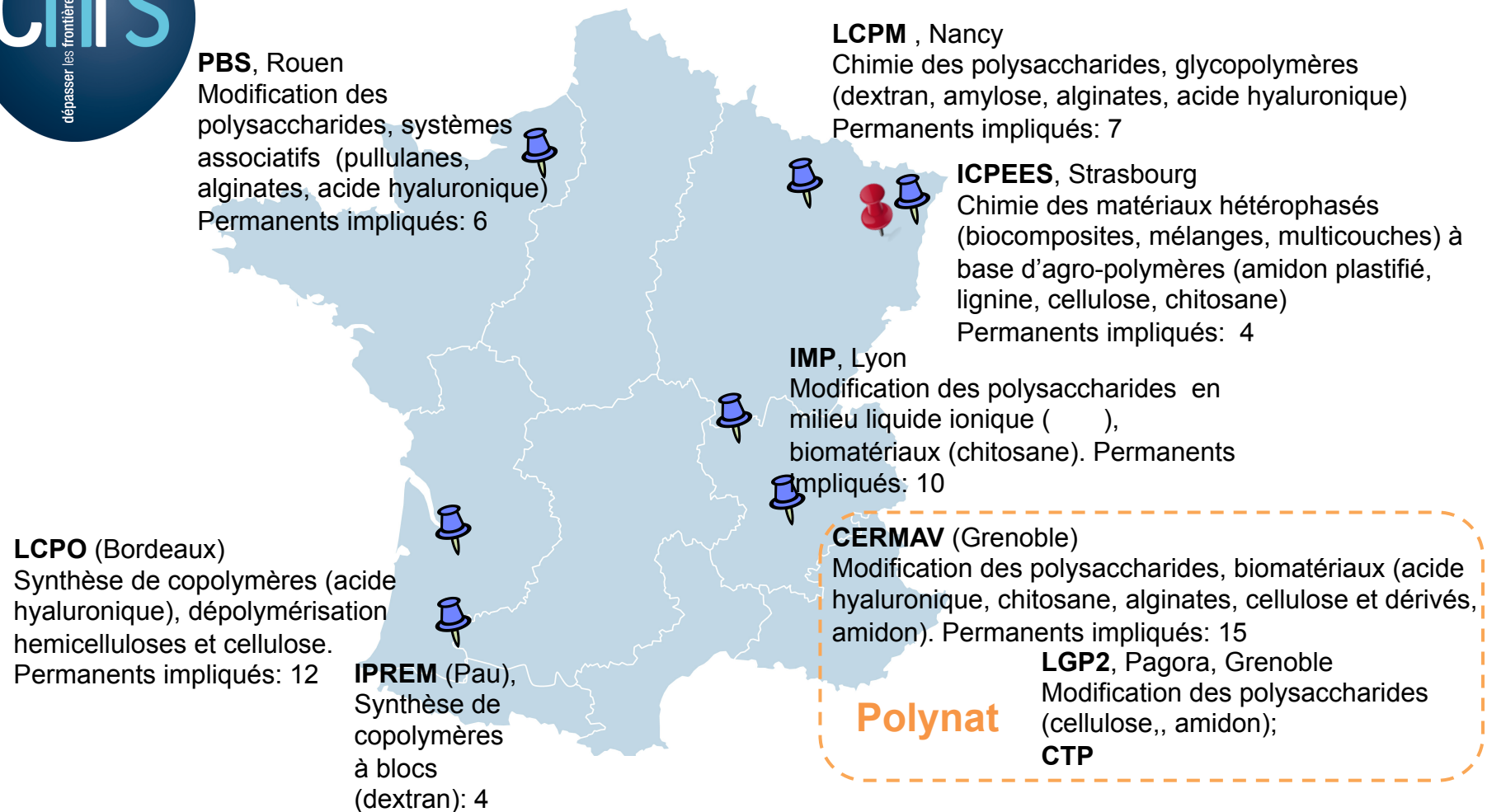
- Les biocomposites représentent 14 % du marché des composites; en 2007, 2 % seulement de la totalité des composites contenait des nanocristaux de cellulose (NCC)
- CelluForce: Production industrielle de NCC (2011); cependant, les ppts des biocomposites à base de NCC ne permettent pas encore de concurrencer les produits traditionnels → nécessité d'améliorer l'adhésion entre la matrice et le renfort

Les Biopolymères

Les forces nationales



- Sites à tendance « chimie »



Les Biopolymères

Les forces nationales

- Sites à tendance « physico-chimie »



IFREMER, Brest
Production de polysaccharides bactériens

LIMATB, Lorient
Biopolymères (lin, chanvre, orties, algues), formulation, mélange, nanocomposites, procédé de mise en forme, propriétés mécaniques.
Permanents: 8

BIA INRA, Nantes
Matériaux fonctionnels (émulsions, mousses, gels, Construction/déconstruction des assemblages de biopolymères (protéines, polysaccharides)
Permanents: 11

SIMM, ESPCI, Paris
Physico-chimie des polysaccharides
Permanents: 3

PCI, Le Mans
Physico-chimie des biopolymères (polysaccharides, protéines).
Permanents: 7

ICG, Montpellier
Polysaccharides, lignine matériaux poreux, catalyse fractionnement
Permanents: 5

FARE, Reims
Lignocelluloses déconstruction, élaboration de matériaux,, biocatalyse
Permanents: 8

Institut Galien, Reims
Matériaux polysaccharides pour la libération thérapeutique
Permanents: 7

CEMEF, Nice
Physico-chimie des polysaccharides, matériaux (mélanges, composites, mousses)
Permanents impliqués: 3

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Centre de Recherches sur les Macromolécules Végétales UPR 5301, Grenoble**
 - **15 permanents (axe 1) Equipes SMP (R. Auzély), PCG (R. Borsali) et Glycomatériaux (L. Heux)/ Institut Carnot Polynat, Labex Arcane**
 - Modification chimique des polysaccharides, élaboration et caractérisation de biomatériaux (hydrogels, films, nano-/microparticules)
 - Physico-chimie des glycopolymères (auto-assemblage en solution et aux interfaces, micelles , nanoparticules films)
 - Extraction, modification de surface et assemblage de nanoparticules biosourcées (nanocellulose)
 - Matériaux nanocomposites biosourcés

Les forces nationales



Les piliers nationaux

- **Laboratoire Génie des Procédés Papetiers (LGP2), Grenoble INP-Pagora,**
- **12 permanents (axe 1) Equipe Nanocellulose, Matériaux et papiers spéciaux (J. Bras)**
- Propriétés d'usage : étude des relations Procédé / Structure / Propriétés physiques.
- Bio-nano-particules et leurs utilisations.
- Nanocristaux de cellulose, amidon, chitine & Microfibrilles et nanofibrilles de cellulose.
- Procédés de production et de fonctionnalisation (greffage chimique).
- Nouveaux biomatériaux : du traitement de surface aux composites.
- Biopolymères, biocomposites, bionanocomposites.
- Phénomènes d'adhésion.
- Microencapsulation, extrusion et enduction.
- Emballages fonctionnels : mise en forme et propriétés d'usage.

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Laboratoire de Chimie des Polymères Organiques, UMR5629 Bordeaux**
 - **4 permanents (axe 1), Polymères, auto-assemblage pour les sciences du vivant, S. Lecommandoux**
 - Modification chimique des polysaccharides, copolymères à blocs, auto-assemblage en solution, drug delivery

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Ingénierie des Matériaux Polymères, UMR CNRS 5223**
 - **10 permanents (axe 1) L. David/ E. Fleury**
 - Complexation, auto-association de polysaccharides, extraction des polysaccharides de la biomasse (chitine, chitosane, fibrilles)
 - Chimie des polysaccharides (cellulose, galactomannanes, chitosane) (réaction en milieu liquide ionique)
 - Physico-chimie des polysaccharides

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Laboratoire de Chimie Physique Macromoléculaire, LCPM, Nancy**
 - **7 permanents (axe 1) A. Durand**
 - Modifications chimiques des polysaccharides (dextran, amylose, alginates, acide hyaluronique)
 - Physico-chimie des polysaccharides, colloïdes

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Centre de Mise en Forme des Matériaux (CEMEF), UMR 7635, Sophia-Antipolis**
 - **3 permanents (axe 1) B. Vergnes (P. Navard)**
 - Physico-chimie des polysaccharides (thermodynamique, nouveaux solvants, activation)
 - Elaboration de matériaux à base de polysaccharides (mélanges, composites, mousses, aérogels)

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Biopolymères, Interactions et Assemblages, UR INRA 1268**
 - **6 permanents (axe 1) Equipes assemblages nanostructurés (B. Cathala), Interfaces et systèmes dispersés (A. Riaublanc)**
 - Elaboration et caractérisation de nouveaux assemblages / matériaux à base de polysaccharides (nanocristaux de cellulose, de chitine)
 - Elaboration de films et nanoparticules (cellulose, amidon)
 - Mise en forme des matériaux
 - Matériaux fonctionnels (émulsions, mousses, gels)



- Les piliers nationaux
 - **Institut Charles Gerhardt, UMR5253 Montpellier**
 - **5 permanents (axe 1) (F. Quignard)**
 - Matériaux poreux texturés à base de polysaccharides
 - Fractionnement de la biomasse cellulosique, valorisation de la lignine
 - Extraction de nanocristaux de chitin, élaboration de matériaux hybrides

Les forces nationales

- Les autres sites



- **Institut des Molécules et Matériaux, UMR 6283, Le Mans**

- **7 permanents (axe 1) (T. Nicolai)**

- Physico-chimie des biopolymères (polysaccharides, protéines)

- Auto-assemblage de systèmes biosourcés

- Les autres sites

- **Science et Ingénierie de la Matière Molle, UMR 7615, Paris**

- **3 permanents (axe 1) (D. Hourdet)**

- Physico-chimie des polysaccharides

- Chimie des polysaccharides (dérivés de cellulose hydrosolubles, alginates)

Les forces nationales

- Les autres sites



- **Institut Galien Paris-Sud**

- **7 permanents (axe 1) Vectorisation (E. Fattal)/Physique Pharmaceutique (F. Agnely)**

- Systèmes de délivrance de PA à base de polysaccharides

- Emulsions stabilisées par des biopolymères

- **IFREMER**

- **Biotechnologie et molécules marines (S. Collic-Jouault)**

- Identification de biopolymères produits par des bactéries marines (ExoPolySaccharide, EPS et PolyHydroxyAlcanoate, PHA) provenant d'écosystèmes marins qualifiés d'extrêmes, avec le souci de produire des molécules fonctionnelles dans des quantités compatibles avec un développement industriel

Les compétiteurs internationaux



- Les labos/personnes de référence à l'étranger

- **Europe (Réseau d'excellence EPNOE):**
16 laboratoires de recherche organisés en réseau depuis 2005
Thématiques: Chimie et physico-chimie des polysaccharides (cellulose, amidon, hemicelluloses, chitine et chitosane)



Les compétiteurs internationaux



- Les labos/personnes de référence à l'étranger
- Europe (Réseau d'excellence EPNOE):
 - Centre of Excellence for Polysaccharide Research - Friedrich Schiller University of Jena, Allemagne (T. Heinze)
 - Activation of polysaccharides: Investigation of swelling media and cellulose solvents including ionic liquids.
 - Chemical functionalization: Novel derivatives based on cellulose, starch, hemicelluloses, dextran, curdlan and other polysaccharides, improving known synthesis paths.
 - Highly engineered derivatives: Synthesis of polysaccharide derivatives with active functional groups (crown ether structures for separation purposes and film-forming aminocellulose (monolayers) for e.g., biocompatibilization of materials.
 - Nanostructured polysaccharides: Preparation of nanoparticles for the use in biomedical applications & drug delivery
Chemistry of biomaterials (cellulosic aerogels, lignin, natural and artificial humic substances, lignite, hydrogels)

Les compétiteurs internationaux



Les labos/personnes de référence à l'étranger

- Europe (Réseau d'excellence EPNOE):
 - Boku University, Autriche: « Chemistry of renewable resources » (T. Rosenau)
 - Cellulose chemistry (structural chemistry, dissolution of cellulose and cellulose solvents, cellulosic fibers, aging chemistry and conservation chemistry, bleaching chemistry)
 - Chemistry of biomaterials (cellulosic aerogels, lignin, natural and artificial humic substances, lignite, hydrogels)

Les compétiteurs internationaux



Les labos/personnes de référence à l'étranger

- Finlande:
 - Department of Food and environmental Sciences, Hemicellulose Research Group, The University of Helsinki (M. Tenkanen)
 - Caractérisation modification et utilisation de polysaccharides (en particulier hémicelluloses t.q. Xylans, mannanes); utilisation d'enzyme pour la modification chimique de polysaccharides
 - Applications visées: emballages (films), aérogels, émulsions (Food)

Nanocellulose:

Les compétiteurs internationaux



Laboratoires académiques:

- KTH Royal Institute of Technology (Stockholm, Suède)
- Aalto (Helsinki, Finlande)
- McGill University (Montréal, Canada)
- Tokyo University (Japon)
- Université du Maine (USA)

Centres Techniques

- FPInnovation (Centre technique, Canada)
- VTT Technical Research Centre of Finland
- Innventia (Centre Technique, Stockholm, Finlande)

Les compétiteurs internationaux



Les labos/personnes de référence à l'étranger

- Japon:
 - Department of Biomaterials Sciences, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo (A. Isogai)
 - Preparation, structural characterization and applications of new bio-nanofibers: Cellulose, Biomass, Pulp and Paper, Nanofiber, Chitin, Nano Structure, Polysaccharide Chemistry, Sustainable Material System, Biopolymer, Composites, Nano Surfaces, Surface Chemistry
 - Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University (Yano)
 - Preparation, structural characterization and applications of new bio-nanofibers: Cellulose, Biomass, Pulp and Paper, Nanofiber, Chitin, Nano Structure, Polysaccharide Chemistry, Sustainable Material System, Biopolymer, Composites, Nano Surfaces, Surface Chemistry

Les compétiteurs internationaux



Les labos/personnes de référence à l'étranger

- USA:
 - Department of Sustainable Biomaterials Sciences, Virginia Tech (K. Edgar & W. Glasser)
 - Synthèse, analyse et évaluation structure/propriétés de dérivés de polysaccharides (chimie régiosélective sur les esters de cellulose, drug delivery)
 - Biocomposites à base de cellulose
 - Deconstruction/constructions de biopolymères issus du bois
 - Department of Bioengineering, University of Pennsylvania (J. Burdick)
 - Hydrogels à base d'acide hyaluronique pour l'ingénierie tissulaire

Les Biopolymères.

Les thématiques différentiantes



**1. Extraction,
fractionnement des
biopolymères**

**2. Synthèse de
polysaccharides par
fermentation
bactérienne**

**3. Modification
chimique des
polysaccharides**

**4. Formulation,
mélange,
nanocomposites,
études des
propriétés**

**5. Auto-assemblage
de biopolymères
amphiphiles**

**6. Elaboration de
matériaux pour la
santé**

Les thématiques phares actuelles (international)



Thématiques bien installées

- Dépolymérisation de la biomasse/construction des biopolymères
- Elaboration et caractérisation de matériaux composites, mélanges, formulation
- Modification chimique des polysaccharides
- Elaboration de biomatériaux pour la santé et la médecine

Les thématiques phares actuelles (international)



- Thématiques en émergence /
tendances
- Biopolymères pour l'énergie,
l'environnement
 - Électronique souple
 - Stockage
 - Environnement

SWOT Partie 1

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none">- Diversités des recherches menées sur les biopolymères (chimie et physico-chimie des biopolymères) → développement de compétences complémentaires- Culture anciennement installée	<ul style="list-style-type: none">- Variabilité des thématiques et des substrats- Manque d'information/d'éléments permettant une analyse fine du cycle de vie de matériaux à base de biopolymères- Procédés d'extraction de biopolymères coûteux avec impact négatifs sur l'environnement- Polymères pour la santé: utilisés comme modèles
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none">- Réseaux bien installés : Instituts Carnot (Polynat), Pivert- Développement de matériaux dont les propriétés de dégradabilité peuvent être contrôlées précisément (maîtrise du cycle de vie)- Dégager des pptés spécifiques des biopolymères naturels	<ul style="list-style-type: none">- Concurrence avec les polymères issus de la pétrochimie → développement de matériaux innovants ouvrant le champ vers de nouvelles applications- Structuration très rapide à l'étranger

Biopolymères & Polymères Bio-sourcés

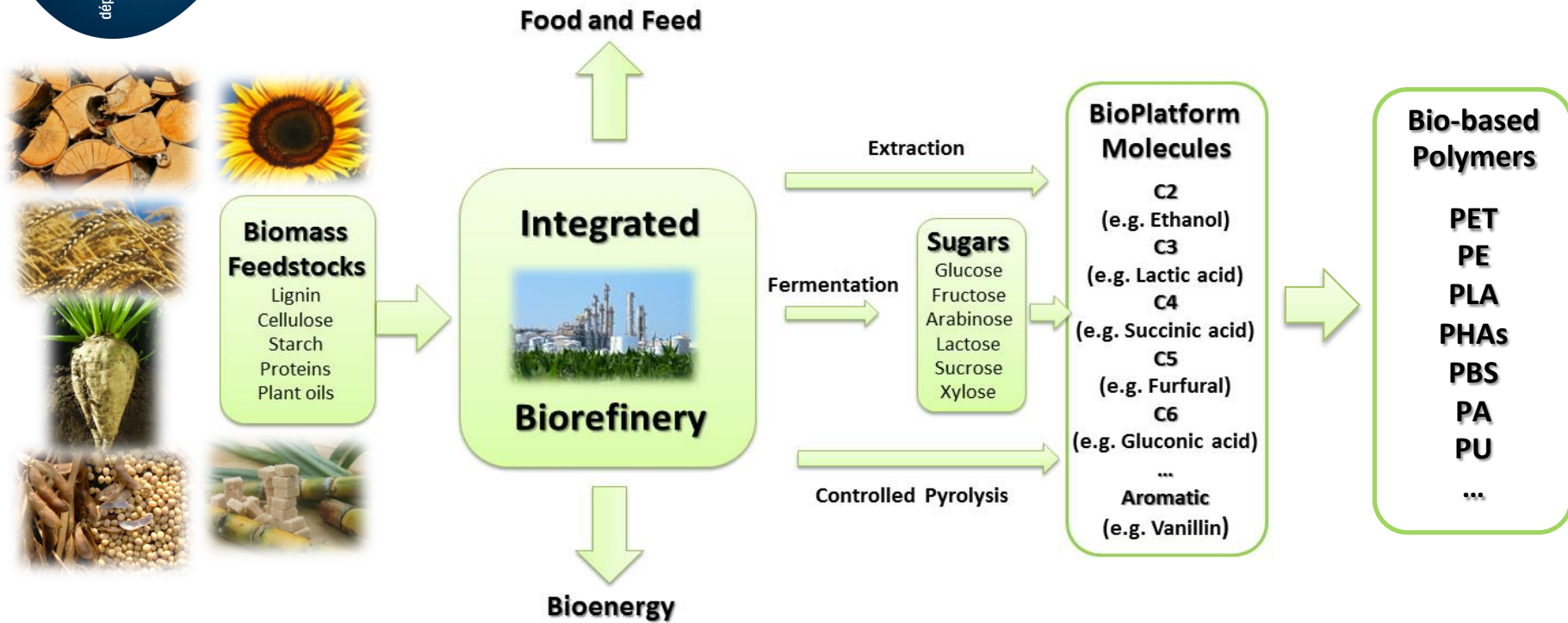
Partie 2



1. Modification Chimique des Biopolymères (**polysaccharides**): vers des matériaux/systèmes à propriétés spécifiques
2. Synthons issus de la biomasse (déconstruction/dépolymérisation de la biomasse) et étude de leur polymérisation
 3. Production bactérienne de polymères

2. Polymères Bio-sourcés

Bio-raffineries



Polymères Bio-sourcés

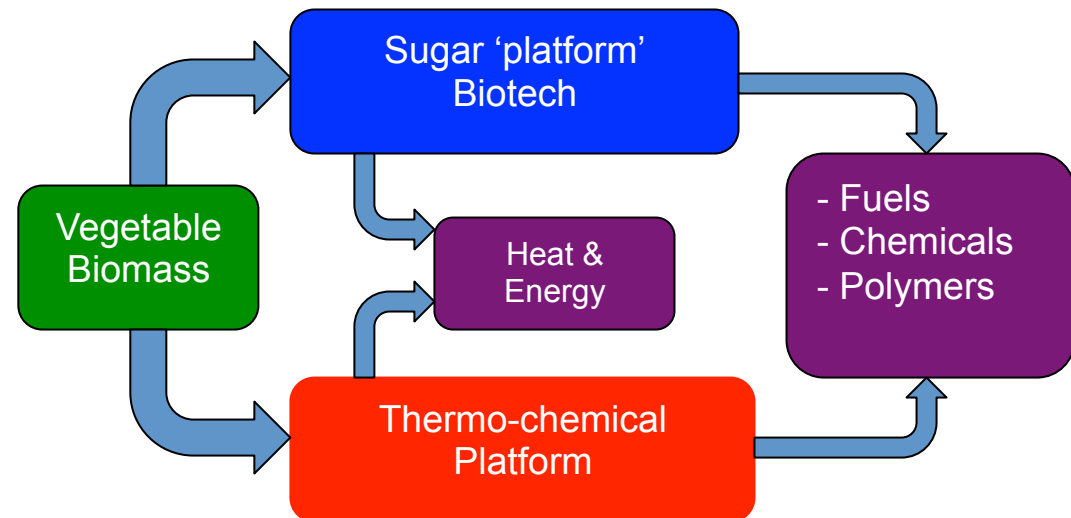
Bio-raffineries



Raw Materials

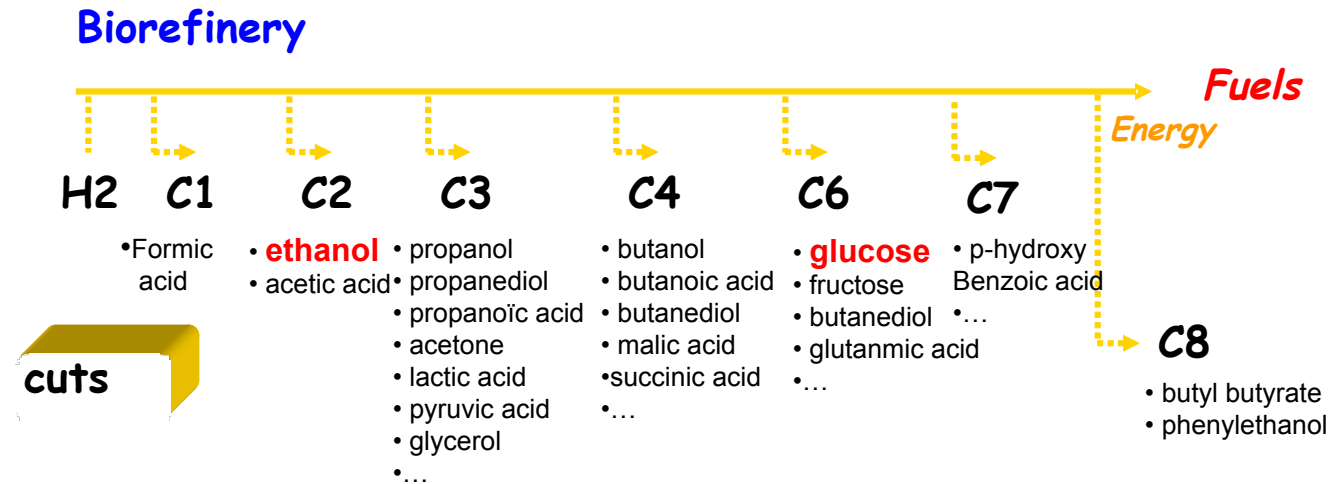
- Wood biorefinery
- Vegetable oils biorefinery
- Cereals biorefinery
- Annual plants biorefinery

Process



Polymères Bio-sourcés

Bio-raffineries



2 molécules 'plateforme':
Éthanol
Glucose

Polymères Bio-sourcés



Biobased plastics

Agro-materials

Composites and compounds with plant fibers



Oil based plastics

Plant-based plastics

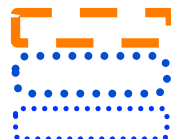
Recyclables

Compostables

Compostables

Oxo - dégradables

Recyclables

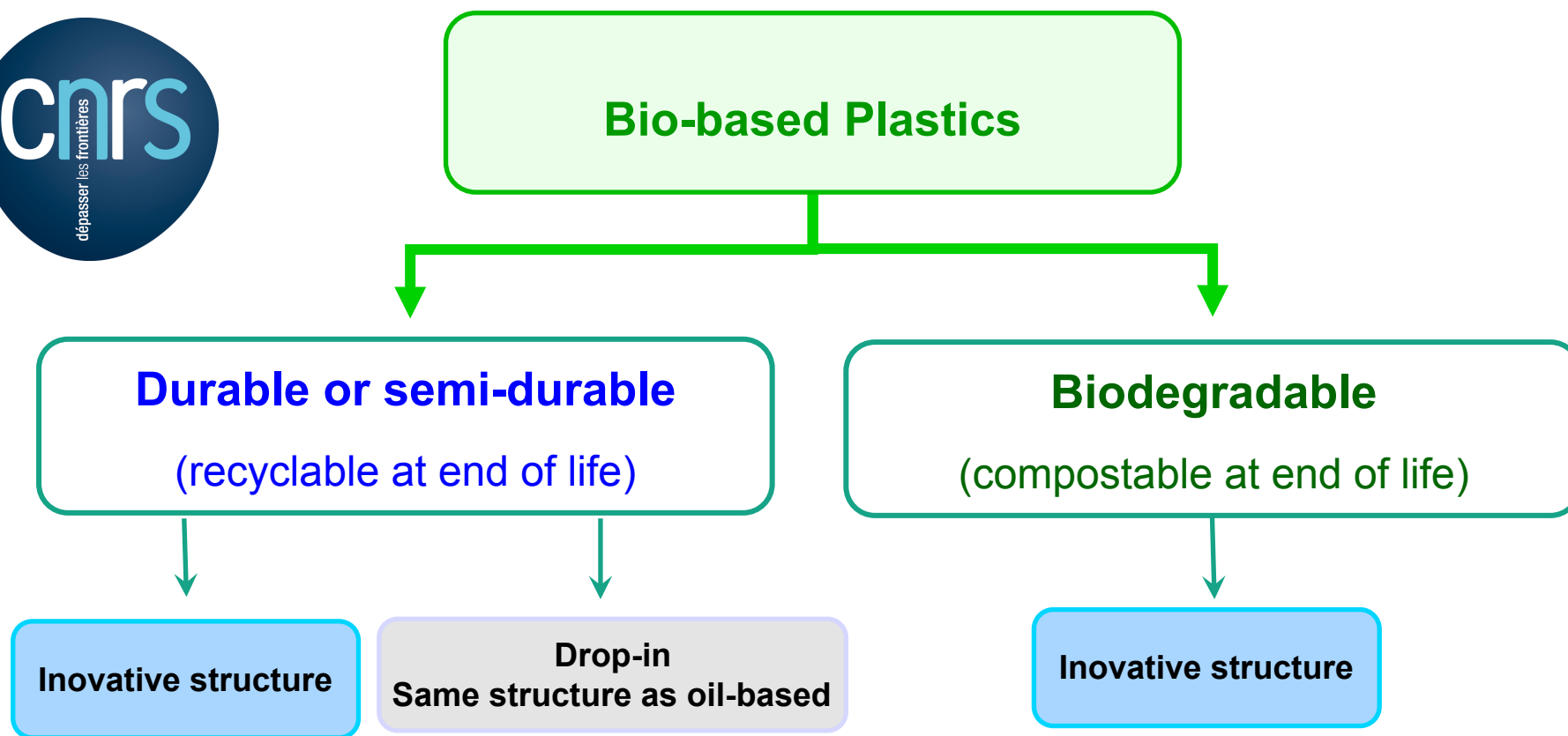


Plant-based plastics according ADEME

Bioplastics according European Bioplastics

Bioplastics according Club Bioplastiques (France)

Polymères Bio-sourcés



Polymères Bio-sourcés

Bio-based Plastics

Directly obtained
from natural
polymers

Starch blends
Starches esters
Grafted starches

Cellulose esters
Cellulose derivatives

Extracted from
bacteria cells
(white biotech based
on sugars or
vegetable oils)

Polyhydroxyalkanoates
PHB
PHBV
PHO

Cellulose from
bacteria

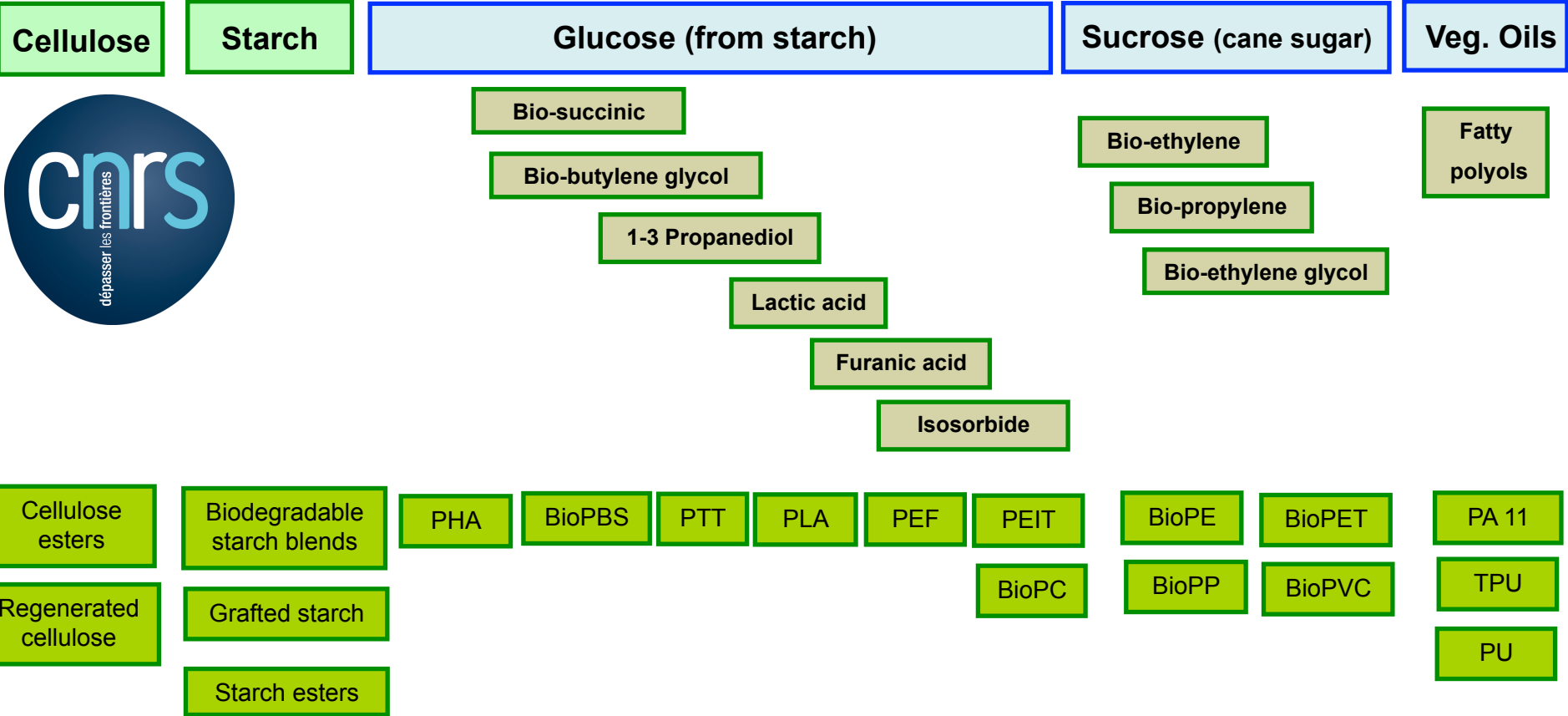
Synthesized from
building blocks
obtained from sugars,
vegetable oils...

New structures
PLA, PEF
PEIT , BioPC


Drop- in
(Identical to fossiles)
PET, PE , PP
PU , TPU
PA , PTT,
PBS , PBSA...



Polymères Bio-sourcés

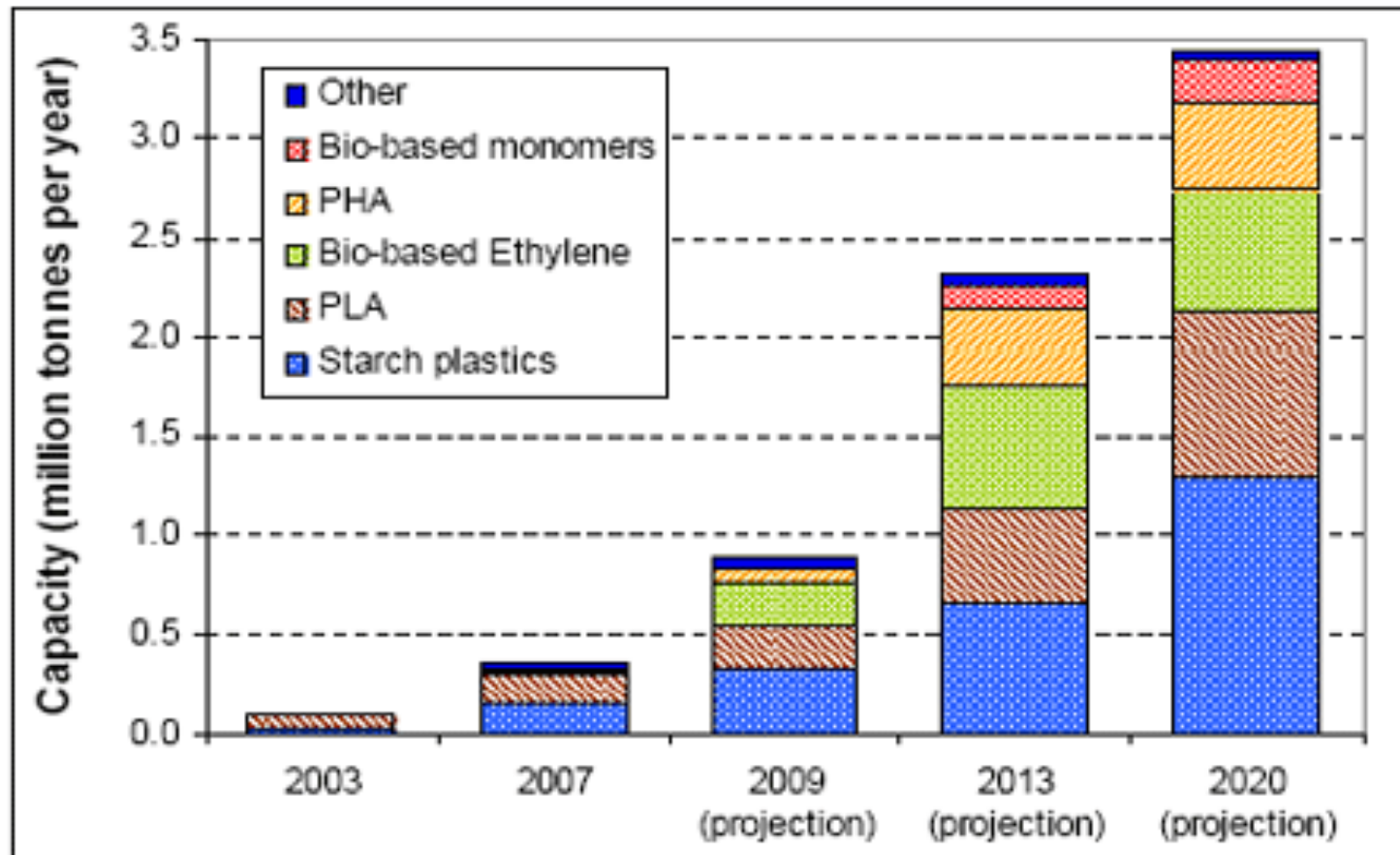


Polymères Bio-sourcés

	Readily available <i>(today worldwide capacity > 5000 t)</i>	Available within 2-3 years scale <i>(500 < today worldwide capacity < 5000)</i>	R&D Stage <i>(today worldwide capacity < 500t)</i>
Biobased building blocks	<ul style="list-style-type: none"> Bio-succinic Bio-C2 Bio-ethylene glycol Isosorbide 	<ul style="list-style-type: none"> Furanic acid Adipic acid 	<ul style="list-style-type: none"> Terephthalic acid
Plant based plastics	<ul style="list-style-type: none"> Bio-PE PLA PHA PA 11 Bio-PET Biodegradable starch blends Grafted starch 	<ul style="list-style-type: none"> BioPP BioPBS 	<ul style="list-style-type: none"> Chitosan based plastics PEF PEIT

Polymères Bio-sourcés

Source : PRO-BIP 2009 study --- Utrecht University



Note: Category "other" includes cellulose films, PTT from bio-based 1,3-PDO, bio-based polyamide and PUR from bio-based polyols; category "Bio-based monomers" includes primarily bio-based epichlorohydrin.

Figure 1: World-wide capacity of biobased plastics until 2020 based on company announcements (the most recent data used for making this graph were received in March 2009)



Polymères Bio-sourcés

Les labos....

1. Modification Chimique des Biopolymères: vers des matériaux/ systèmes à propriétés spécifiques
2. Synthons issus de la biomasse (déconstruction/dépolymérisation de la biomasse) et étude de leur polymérisation
3. Production bactérienne de polymères

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Institut Gerhardt, UMR 5253 Montpellier**
 - **10 permanents (axes 1 et 2) / Equipe IAM (JJ Robin, S. Caillol) / Chaire ChemSud**
 - Huiles, phénols naturels (tanins, cardanol, dérivés de la lignine...), polysaccharides, protéines
 - Synthèse, modification chimique et polymérisation de synthons biosourcés, Elaboration de matériaux, Matériaux composites, Etude physico-chimiques et mécaniques

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Laboratoire de Chimie des Polymères Organiques, UMR 5629 Bordeaux**
 - **12 permanents (axes 1, 2, et 3), H Cramail, S. Grelier, F. Peruch / ITE PIVERT / UMT ITERG / Equipex Xylochem**
 - Synthèse, modification chimique et polymérisation de synthons biosourcés: Huiles végétales, acides gras, dérivés résiniques et terpéniques
 - Déconstruction de la biomasse et dépolymérisation de la lignine et des polysaccharides (cellulose et hémi-celluloses) par voies chimiques et enzymatiques; polymérisation enzymatique de saccharides
 - Copolymères à blocs à partir d'oligosaccharides
 - Matériaux composites et hybrides à partir de nanofibres et nanowhiskers de cellulose, Emulsions pickering, dérivés du chitosane à propriétés biocide

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Laboratoire Polymères, Biopolymères, Surfaces UMR 6270 Rouen**
 - **12 permanents (axes 1 et 2) D. Le Cerf**
 - Modifications chimiques de polysaccharides et d'huiles végétales. Polymères antibactériens, Polymères associatifs intelligents, Réseau 3D et support 2D pour culture cellulaire, auto-assemblage en solution et aux interfaces, micelles mixtes, matériaux.
 - Elaboration de nouveaux synthons à partir d'huiles végétales et dérivés du CO₂. Polymérisation, et photopolymérisation.

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Institut de Chimie Moléculaire de Reims UMR 7312**
 - **8 permanents (axes 1 et 2), X. Coqueret**
 - polysaccharides (amidon, maltodextrines, chitosane, carboxyméthyl cellulose, pullulane); protéines (comme co-réticulants pour l'encapsulation); oligomères fonctionnels dérivés de lignines; modification de fibres et textiles d'origine végétale en vue de leur emploi dans des composites structuraux
 - monomères dérivés des acides lévulinique et itaconique; résines furaniques; cardanol et dérivés; photopolymérisation de triglycérides fonctionnalisés (époxy, époxy-acrylates)

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Institut de Chimie et Procédés pour l’Energie, l’Environnement, et la Santé UMR 7515 Strasbourg**
 - **4 permanents (axes 1 et 2 et 3) Equipe BioTeam (L. Averous)**
 - Polymères aromatiques biosourcés (Lignine, tannins); Polymères issus de l’oléo-chimie (huiles végétales); Polysaccharides « thermoplastiques » (amidon, chitosane, ...); PU biosourcés (PUR, TPU et NIPU); PA biosourcés; Polyesters biodégradables et biosourcés (PHA, PLA, PBS, ...); Catalyse enzymatique (ROP, polycondensation; Bioproduction (Fermentation) de synthons et biomacromolécules

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est UMR 7182**
 - **6 permanents (axes 1 et 2 et 3) Equipe SPC (V. Langlois)**
 - Chimie bleue/ PHA et dérivés (polyesters bactériens) : modifications chimiques; copolymérisation et élaborations de réseaux; Modifications chimiques d'exopolysaccharides marins
 - modifications chimiques de synthons biosourcés; carbonate de glycérol en électrosynthèse organique; isosorbide : dérivés allyliques, epoxy... dérivés de la lignine
 - polymérisation essentiellement par activation photochimique des synthons biosourcés fonctionnalisés (thiolène, POC des epoxydes...); Formation de réseaux

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Ingénierie des Matériaux Polymères UMR 5223 Lyon**
 - **30 permanents (axes 1 et 2) E. Fleury, L. David, C. Carrot**
 - Modification chimique de biopolymères ; Cellulose, Galactomannane, Amidon, Dextrane, Chitine, Chitosane ; Extraction/purification, Dépolymérisation, greffage, bio-fonctionnalisation, procédés non-conventionnels (Extrusion réactive), Elaboration de matériaux bio-hybrides, composites, etc.
 - Etude structurale et des propriétés
 - Elaboration de nouveaux synthons et étude de leur polymérisation, fonctionnalisation de saccharides, polycondensation (Polyester, Polyamide, Polyépoxy, polyuréthane)

Les forces nationales



- Les piliers nationaux
 - **Chaire AgroBiotechnologies Industrielles, Châlons sur Marne**
 - **6 permanents (axes 1 et 2) (F. Allais)**
 - lignines, lignocellulose, phénols naturels, biocatalyse, biopolymères, additifs fonctionnels (plastifiants, antioxydants..)
- Les piliers nationaux
 - **ICCF, Equipe 'Cycle de vie des Polymères', Clermont-Ferrand**
 - **4 permanents (axes 1 et 2) (V. Verney)**
 - durabilité, dégradation biotique et abiotique, biocomposites et nanobiocomposites, additifs biosourcés (antioxydants, absorbeur UV,..)

Les forces nationales



- Les autres sites
 - **Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux IPREM Pau**
 - **9 permanents (axes 1 et 2) Equipe EPCP (C. Derail/L. Billon) / Equipex XyloMat**
 - Lignines, cellulose, terpènes, tanins, bois, PLA, fibres végétales; Biocomposites; Mélanges collants biosourcés ; Mousses biosourcées; Extraction et synthèse de stabilisants macromoléculaires issus de bioressources pour la stabilisation de milieux dispersés; Auto-assemblage en masse et solution de copolymères à blocs biohybrides; Modification de fibres naturelles par greffage, Matériaux composites à base de bioressources organiques et minérales; Nano-microgels pour la délivrance d'actifs; Filmification
 - Synthèse et polymérisabilité de monomères à base de bio-ressources issus du bois

Les forces nationales



- Les autres sites
 - **Institut Parisien de Chimie Moléculaire, UMR 8232**
 - **4 permanents (axes 1 et 2) (L. Bouteiller/A. Fradet)**
 - lignines, caractérisation, modification chimique, copolyesters
 - synthons phénoliques, monomères furaniques, monomères d'huile végétale, polyesters, polyamides et polyesteramides

Les forces nationales

- Les autres sites



- **Institut Sciences Chimiques de Rennes, UMR 6226**

- **4 permanents (axes 1 et 2) (S. Guillaume)**

- polyhydroxyalcanoate (PHA), polyesters, polycarbonates, ROP, catalyse organique/organométallique, ingénierie macromoléculaire, copolymères amphiphiles, polymères pour le vivant, formulation de nanoparticules, vectorisation de principes actifs, matériaux membranaires, Polymères et leur mise en œuvre, NIPUs

- Les autres sites

- **Laboratoire d'Ingénierie de Matériaux de Bretagne, LIMATB, Lorient**

- **5 permanents (axe 3) (Y. Grohens)**

- Mélanges biopolymères-produits de la mer, biopolyesters issus de bactéries marines ou de ressources marines, Chimie des bioplastiques en mer

Les forces nationales



- Les autres sites
 - **Institut de Catalyse et Chimie du Solide, UMR 8181**
 - 26 permanents (axes 1 et 2) (P. Zinck, F. Dumeignil) / ITE IFMAS (Roquette) / ITE Pivert
 - Catalyse, polyesters biosourcés, polysaccharides, isosorbide, polymyrcene
- Les autres sites
 - **Institut de Chimie et Biochimie Moléculaire et Supramoléculaire, UMR 5246**
 - 7 permanents (axes 1 et 2) (M. Lemaire, B. Andrioletti, Y. Queneau)
 - Accès aux monomères (acide azélaïque, dérivés du furfural, etc.)
 - Dépolymérisation de la lignine, polymérisation du sucrose, glycomonomères

Les forces nationales



- Les autres sites

- **Unité Matériaux et Transformation, Lille UMR 8207**

- **Equipe Ingénierie des Systèmes Polymères: 11 permanents (axes 1 et 2)**

Groupe Systèmes Polymères Fonctionnels: P.Woisel, D. Fournier, A. Malfait

Groupe R2Fire: S. Bourbigot, S. Duquesne, G. Fontaine, M. Jimenez

Groupe Méca. Syst. Macro. Complexes: V. Miri, J.M. Gloaguen, G. Stoclet, J.M. Lefebvre

ITE IFMAS (Roquette, Maeder, BIA, Chevreul...)/Autres polymères (e.g. PLA)

- Mots clés: synthons biosourcés, Chimie macro et supramol., Analyses structurales, Comportements mécaniques, Extrusion réactive, Réaction au feu, Vieillissement

Les compétiteurs internationaux



- Les labos/personnes de référence à l' étranger
 - M. Meier, Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
 - Z. Petrovic, Kansas Polymer Research Center Pittsburg State University
 - R. Gross, New York University Department of Chemistry & Chemical Biology Rensselaer Polytechnic Institute
 - Richard P Wool, University of Delaware, USA
 - Wolfgang Glasser, Virginia Tech, USA
 - Dean Webster, North Dakota State Univ, USA
 - Suresh Narine, Drent Centre for Biomaterials Research, Ontario (Canada)

Les thématiques phares actuelles (France)



- Chimie des oléagineux, du glycérol (ITE PIVERT- Sofiprotéol,...), du ricin (Arkema)
- Chimie de l'amidon (ITE IFMAS-Roquette,...)
- Biotechnologies (Toulouse White Biotechnology)

Les thématiques phares actuelles (international)



- Thématiques en émergence / tendances
- USA: stratégie nationale 'strategic building blocks'
- Brésil: développement d'une filière Ethanol

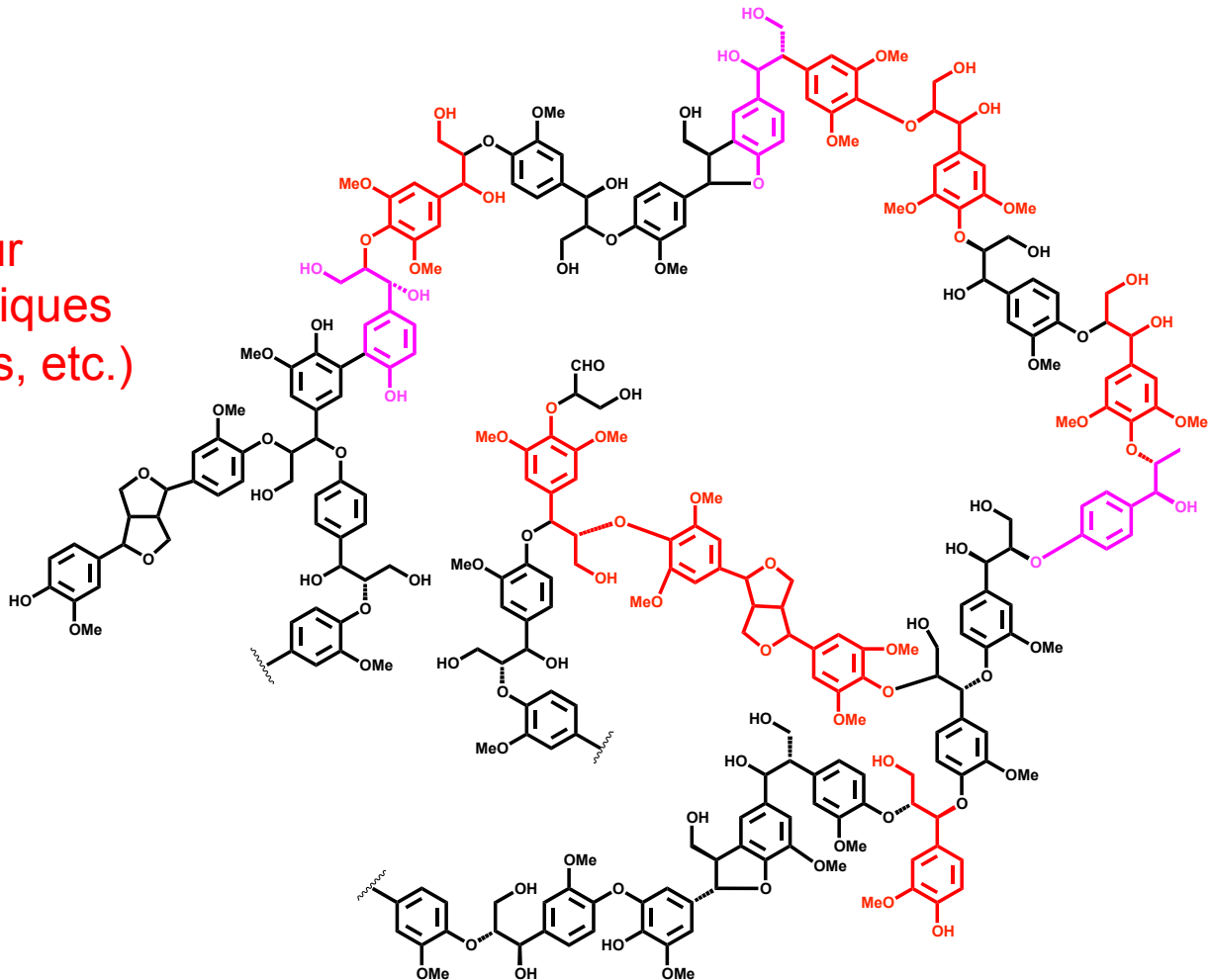
Les thématiques phares actuelles

- Domaines à travailler en France

La lignine !



Déconstruction contrôlée pour l'obtention de dérivés aromatiques d'intérêt (additifs, monomères, etc.)



SWOT sur la partie 2



- **Forces** : Chimie de ces polymères s'appuie sur des chimies bien connues et maîtrisées (qqfois précédemment pétro) des labos en question ; Une communauté structurée – notamment sur l'études des différentes ressources
- **Opportunities** : Des réseaux académiques nationaux sur les biosourcés à créer ou muscler -> approche Europe ; Enjeux de remplacement des composés dangereux (réglementaire) par des moins dangereux (même si biomasse pas toujours sans danger...) ; Les objectifs ambitieux de bio-sourcing affichés par l'UIC (France) mais aussi les USA (NSDA)...; Approche effective de bioraffinerie à pousser -> filière économique ; Croisement chimie et biochimie ; croisement chimie et biotechnologies
- **Faiblesses** : Pas assez d'études de toxicité et écotoxicité sur les bioproduits ; Pas assez d'étude de biodégradabilité ; Pas assez d'analyses ACV : Pas encore de filière économique (nécessité de valoriser tous les co-produits ;)
- **Menaces** : Gaz de Schistes bloquent certaines initiatives – ex éthylène biosourcé...; Filières qui se mettent en place à l'étranger / concurrence