Le Programme Biohub® : développement de nouveaux produits et procédés au sein d'une bioraffinerie

Patrick FUERTES

ROQUETTE : LEADER MONDIAL DANS L'EXTRACTION ET LA TRANSFORMATION DE L'AMIDON

L'un des premiers producteurs mondiaux d'amidons et dérivés
Numéro 2 en Europe - Dans le top 4 mondial
Premier producteur mondial de polyols et gluconates
18 usines dans le monde dont la plus importante bioraffinerie base céréales d'Europe à Lestrem (F)

Lestrem : Siège Social

4 Matières premières agricoles

Maïs
Blé
Fécule de pdt
Pois

} 6 mio.t/an correspondant à 550 000 ha/an

6 000 salariés

Un chiffre d'affaires
de 2,5 milliards €

Un centre de Recherche & Développement
créé en 1951 à Lestrem :
- 250 personnes
- 40 millions €

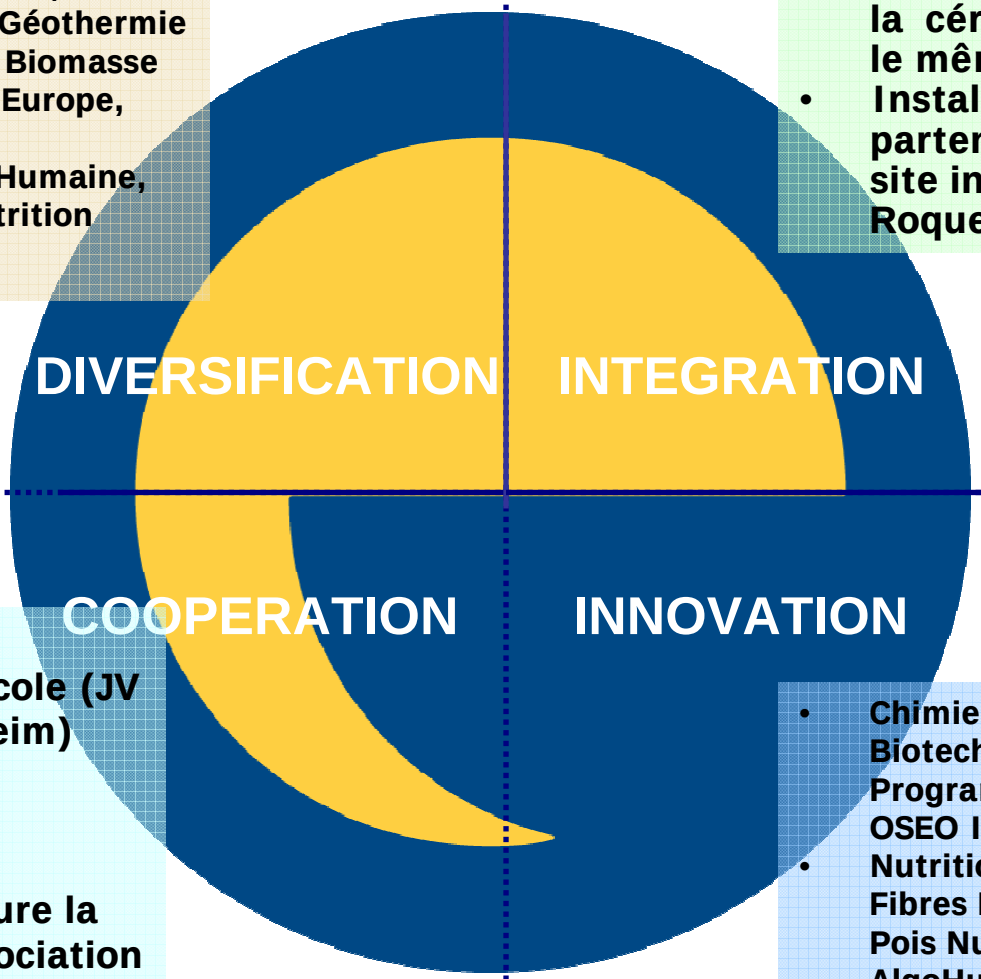
✓ **250 contrats de recherche par an avec des universités et des partenaires privés dans le monde entier**

✓ **Un portefeuille actif de plus de 150 brevets**

STRATEGIE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE ROQUETTE

- Matières premières agricoles : Maïs, Blé, Pomme de terre, Pois…
- Énergies alternatives : Géothermie (Projet à Beinheim) et Biomasse
- Zones géographiques : Europe, Amériques, Asie
- Marché : Alimentation Humaine, Chimie, Pharmacie, Nutrition animale…

- Concept de bioraffinerie : de la céréale à la spécialité sur le même site
- Installation commune avec partenaires industriels sur site intégré (JV Sethness / Roquette)



- EN AMONT : Avec le monde agricole (JV Bioéthanol à Beinheim)
- EN AVAL : Avec les groupes industriels leaders
- Ex : ROQUETTE assure la Présidence de l'Association Chimie du Végétal

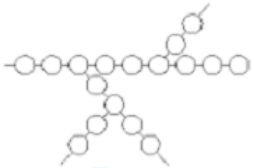
- Chimie du Végétal incluant la Biotech. Industrielle (Ex : Programme BioHub® supporté par OSEO Innovation, www.biohub.fr)
- Nutrition & Santé : Fibres Nutriose®, Protéines de Pois Nutralys®, Polyols, projet AlgoHub™

ROQUETTE

BIOHUB®

PROCEDES ET PRODUITS ACTUELS INTEGRES
SYNOPTIQUE GENERAL BASE CEREALES

AMIDON



Molécule Amidon = milliers de molécules de glucose enchaînées entre elles

Amidon natif ← **Séchage**

Modification → Amidons modifiés : Dextrines, Prégélatinisés, Ethers-esters, Cationiques, Autres

Hydrolyse ← **Enzymes**

Produits d'hydrolyse : Malto-dextrines, Sirops de Glucose, Hydrolysats, Dextrose

Biotechnologie → Produits de Fermentation et De biocatalyse : Acides organiques…

Hydrogénation → Produits d'hydrogénation : Sirops de Glucose hydrogénés ; Polyols : Sorbitol, Mannitol, Isosorbide, Maltitol, Xylitol,

ROQUETTE

BIOHUB®

BioHub® : BIORAFFINERIE INTEGREE ET DIVERSIFIEE

Le Concept

Les définitions

Développement durable

Répondre aux besoins actuels sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins.

Bioraffinerie Base matières premières agricoles

Transformer le végétal par voie chimique, biologique et physique afin d'obtenir des produits finis destinés aux industries alimentaires et non alimentaires.

PROCEDES :

- **Biotechnologie industrielle"**
- **Chimie du Végétal**

Nouveaux produits (bioplastifiants, biosolvants, biopolymères…)

Produits par voies biotech. pour les marchés de commodités, spécialités et chimie fine (intermédiaires de synthèse et ingrédients actifs)

ECO-INNOVATION A PARTIR DE MATIERES PREMIERES AGRICOLES

Programme BioHub®

Matières 1ères agricoles : céréales et autres

- Devient plus compétitif
- Réduit l'émission de CO_2
- Préserve les ressources fossiles

Eco-conceptions

- Procédés plus sélectifs,plus propres et plus écologiques
- Procédés simplifiés avec intégration d'étapes

Eco-produits

- Intermédiaires de synthèse « biosourcés »
- Biopolymères
- Biomonomères pour les marchés de spécialités et de commodités

PROGRAMME BIOHUB® : STRATÉGIE

Objectifs :

Développer au sein d'une bioraffinerie intégrée, base matières premières agricoles, des nouveaux produits comme alternative durable aux produits base fossile

Moyens :

Un consortium d' Industriels animé par ROQUETTE, appuyé par des unités de Recherche publiques et privées
et supporté par OSEO

PROGRAMME BioHub®
2 THEMATIQUES

BIOHUB®

Substituts de la pétrochimie

Nouveaux produits

- ⇨ **Biosolvants : Diméthyl Isosorbide**
- ⇨ **Bioplastifiants : Diesters d'Isosorbide**
- ⇨ **Biolubrifiants**
- ⇨ **Biomonomères : Isosorbide**
- ⇨ **Biofluxants : Diméthyl Isosorbide**
- ⇨ **Biocomplexants**

Produits actuels via nouveaux procédés biotech.

- ⇨ **Ingrédient actif :**
  L-Méthionine
- ⇨ **Intermédiaires chimiques :**
  Acide Bio-Succinique Succinium™
  Acide Bio-Glycolique

LA PLATE-FORME

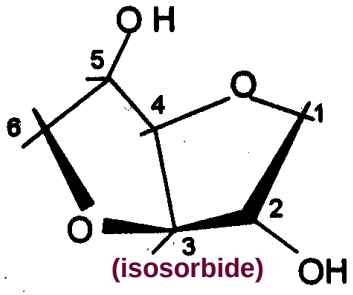
ISOSORBIDE

ISOSORBIDE POLYSORB® P
NOUVELLE PLATE-FORME CHIMIQUE

$CH_2OH - (CHOH)_4 - C(=O)H$
(glucose)

Hydrogénation

$CH_2OH - (CHOH)_4 - CH_2OH$
(sorbitol)



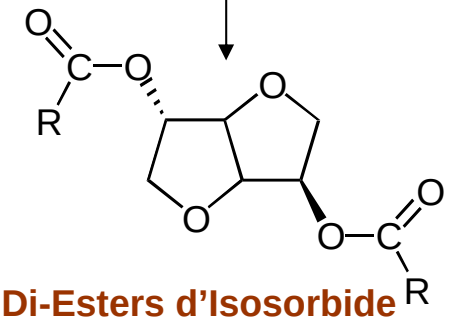
(isosorbide)

Dérivés d'Isosorbide

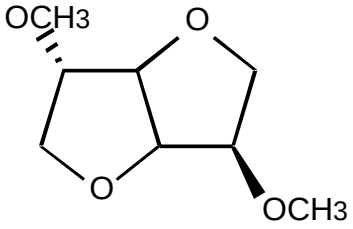
Isosorbide pour polymères

$R-C(=O)OH$

Acides gras



Di-Esters d'Isosorbide
« plastifiants PVC et lubrifiants»



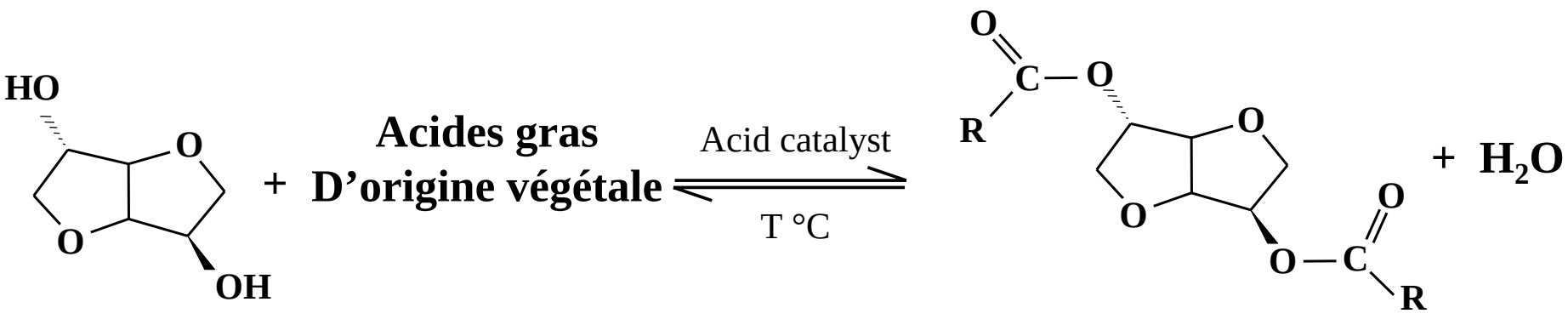
Di Méthyl Isosorbide
« solvant et fluxant durables »

$COOH - (CH_2)_n - COOH$

Diacides

Polyesters
PEIT
Polyuréthannes
Polycarbonates
Autres polymères

DI-ESTER D'ISOSORBIDE : UN PLASTIFIANT DU PVC DE NOUVELLE GENERATION



Isosorbide

Estérification
Purification
Décoloration

Di-ester d'Isosorbide
POLYSORB ID 37

ROQUETTE

BIOHUB

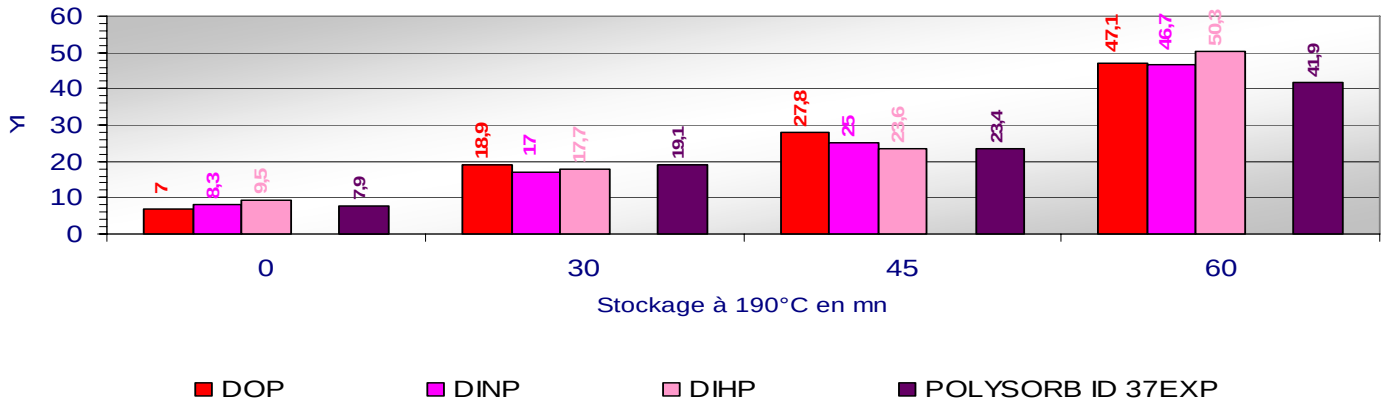
STABILITE THERMIQUE A 190°C

DOP

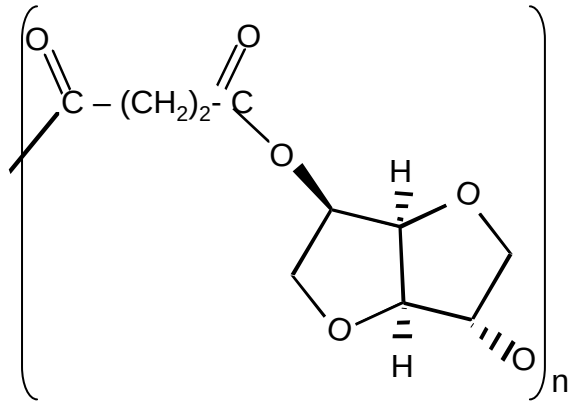
POLYSORB ID 37EXP

YELLOW INDEX D1925

EVIPOL PVC 100p / Ca/Zn 2,5p / HSE 6p / Plastifiant 34p



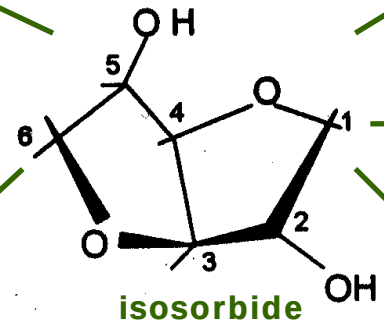
ISOSORBIDE : NOUVEAUX BIO-MONOMÈRES POUR POLYMÈRES



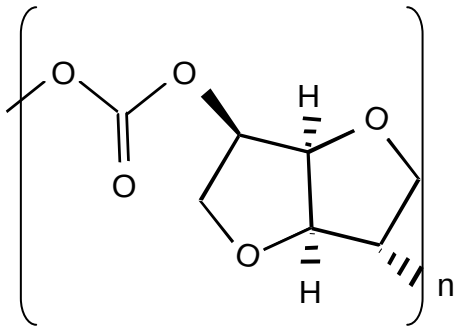
Polyester (PIS = polyisosorbidesuccinate)

Glucose

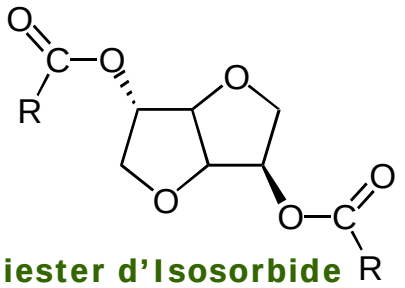
Sorbitol



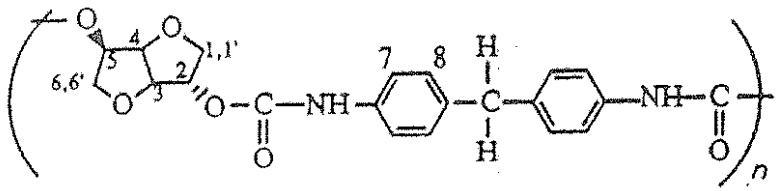
isosorbide



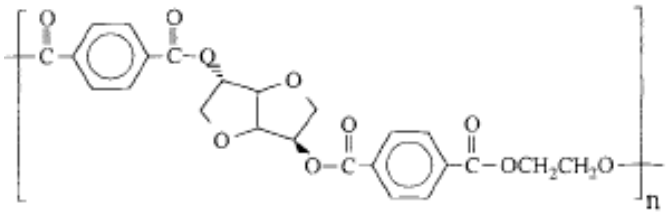
Polycarbonate



Diester d'Isosorbide Bioplastifiant



Polyuréthanne

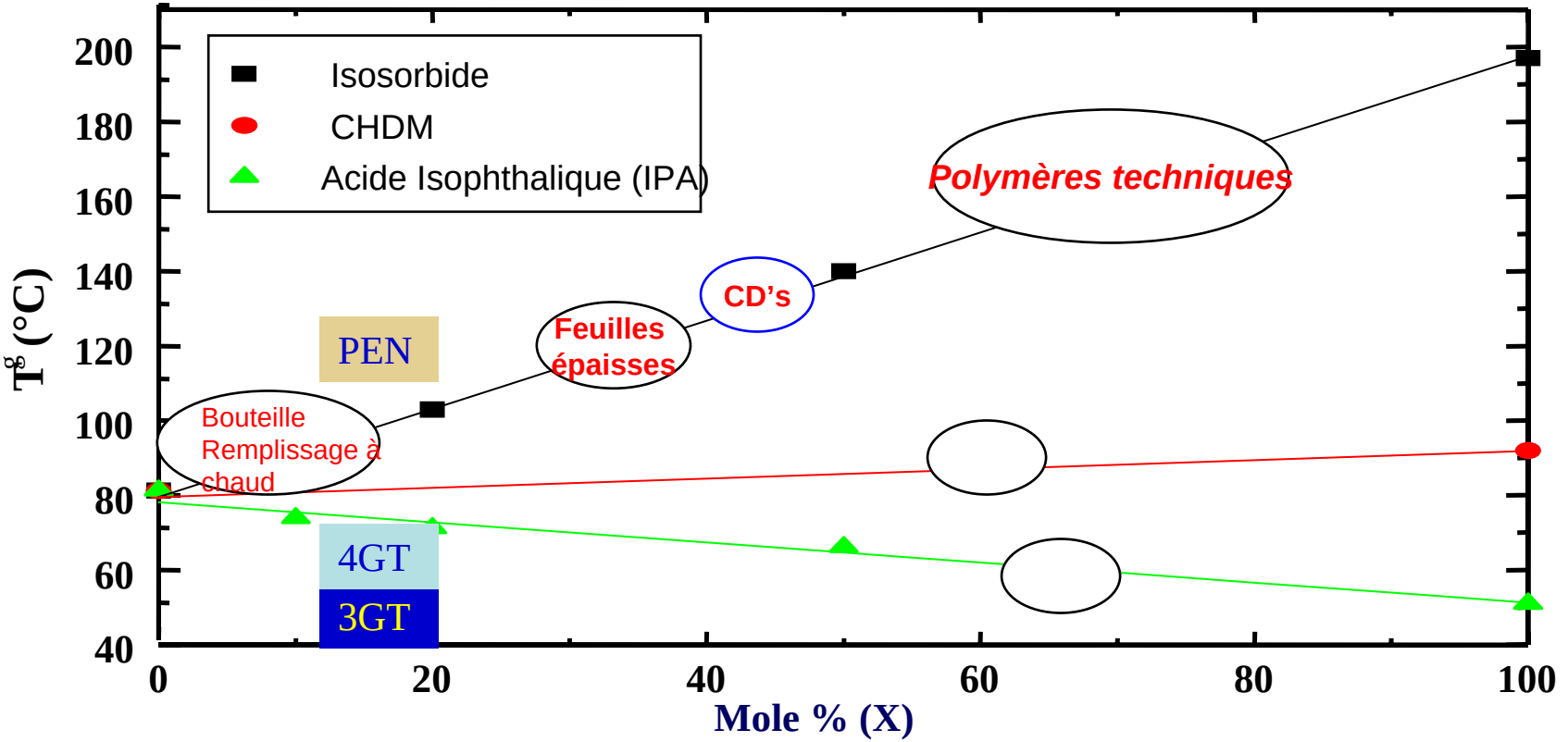


Polyéthylène Isosorbide téréphtalate

MULTIPLES POTENTIELS DE L'ISOSORBIDE DANS LES POLYMÈRES

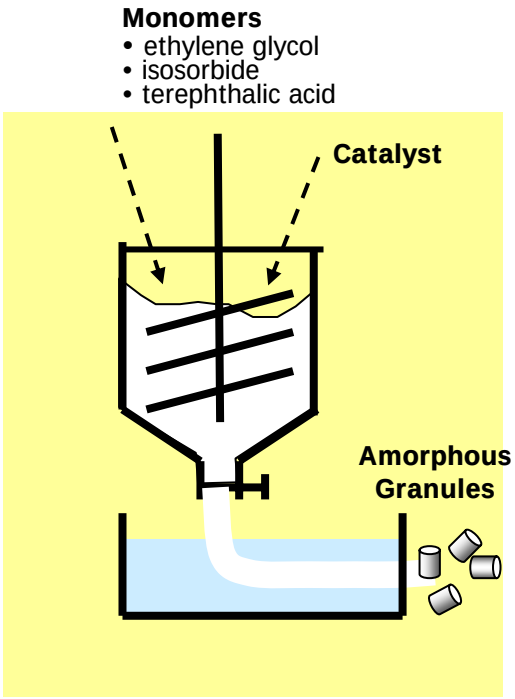
Evolution de la Tg du PEIT

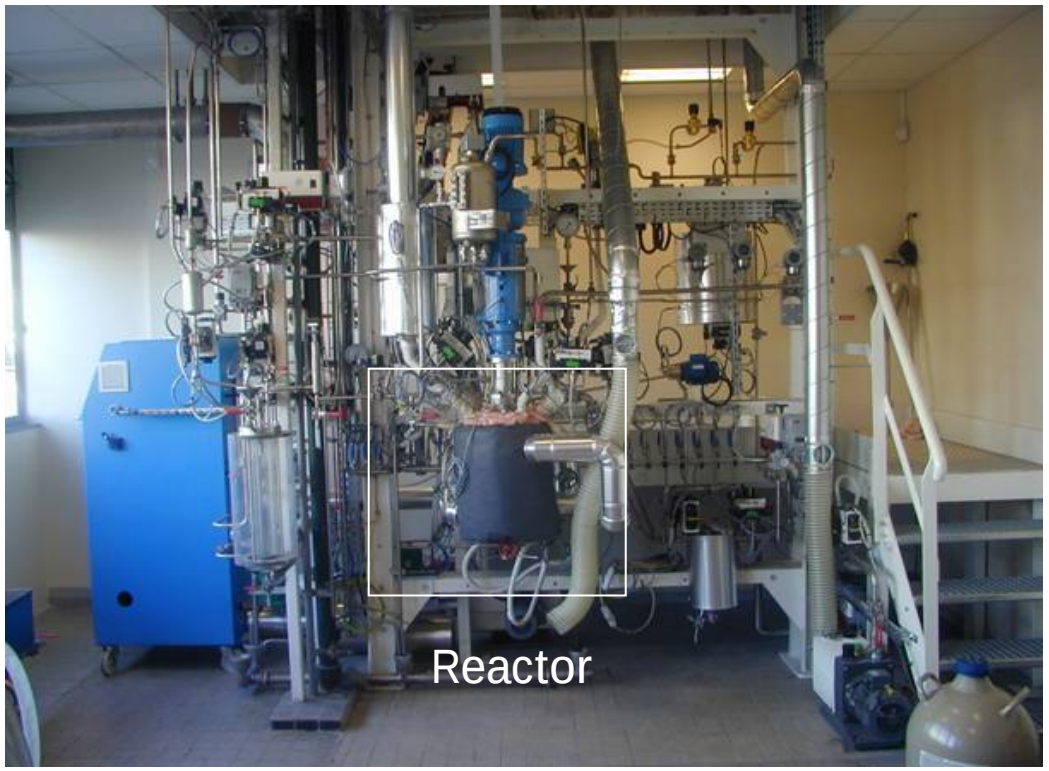
Effet des co-monomères sur la Tg (température de transition vitreuse)



Première cible = BOUTEILLES REMPLISSAGE A CHAUD

EQUIPEMENT UTILISÉ POUR AMÉLIORER LE PROCÉDÉ DE FABRICATION DU PEIT





Unité Pilote (IMP/LMM + IndustriesTERGAL)
~ 3 kg PET/essai (8 h)

Température & pression élevées (1ère étape) et sous vide (2ème étape)

Application: Bouteilles

DEVELOPPEMENT DE

NOUVEAUX PROCEDES

-

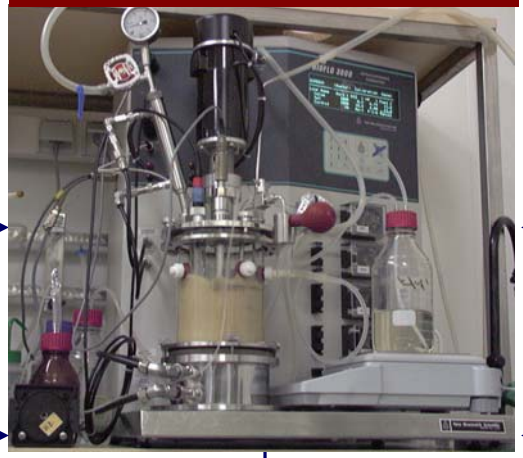
BIOTECHNOLOGIE INDUSTRIELLE

PROGRAMME BIOHUB® : DOMAINES EXPLORES PAR LA BIOTECHNOLOGIE INDUSTRIELLE

ENZYMES ET MICROORGANISMES — 1

2 — **BIO-INFORMATIQUE ET GENOMIQUE**

BIOREACTEUR



OPTIMISATION DE BIOCATALYSE — 4

3 — **INGENIERIE METABOLIQUE**

PROCEDE DE BIOCATALYSE — 5

6 — **FERMENTATION ET INGENIERIE**

7 — **PROCEDE AVAL (purification…)**

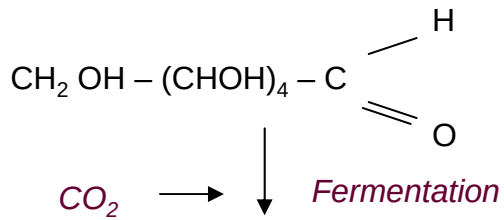
BIO PRODUITS

ROQUETTE

BIOHUB®

UN EXEMPLE DE NOUVELLE PLATEFORME BIOTECHNOLOGIQUE : L' ACIDE SUCCINIQUE

Glucose



Dérivés de l'Acide Succinique

Acide Succinique

$COOH - (CH_2)_2 - COOH$

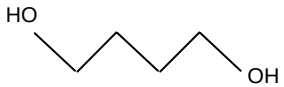
Acide Succinique pour polymères

➔ Développement en partenariat avec DSM

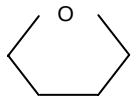
Succinium

+ Isosorbide ou BDO , …

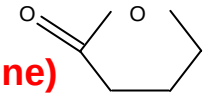
BDO (1,4 Butanediol)



THF (Tetrahydrofuran)



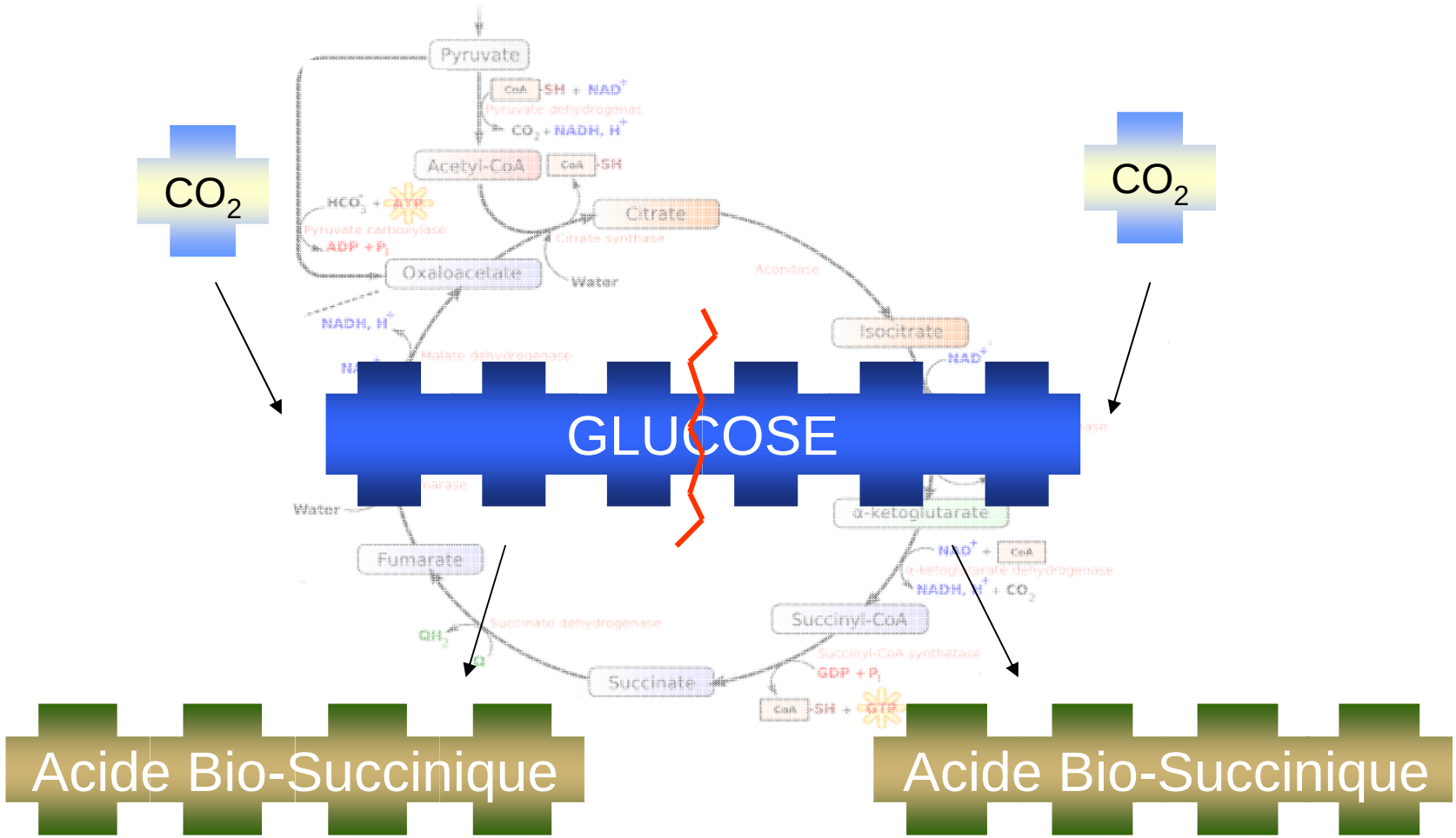
GBL (GammaButyrolactone)



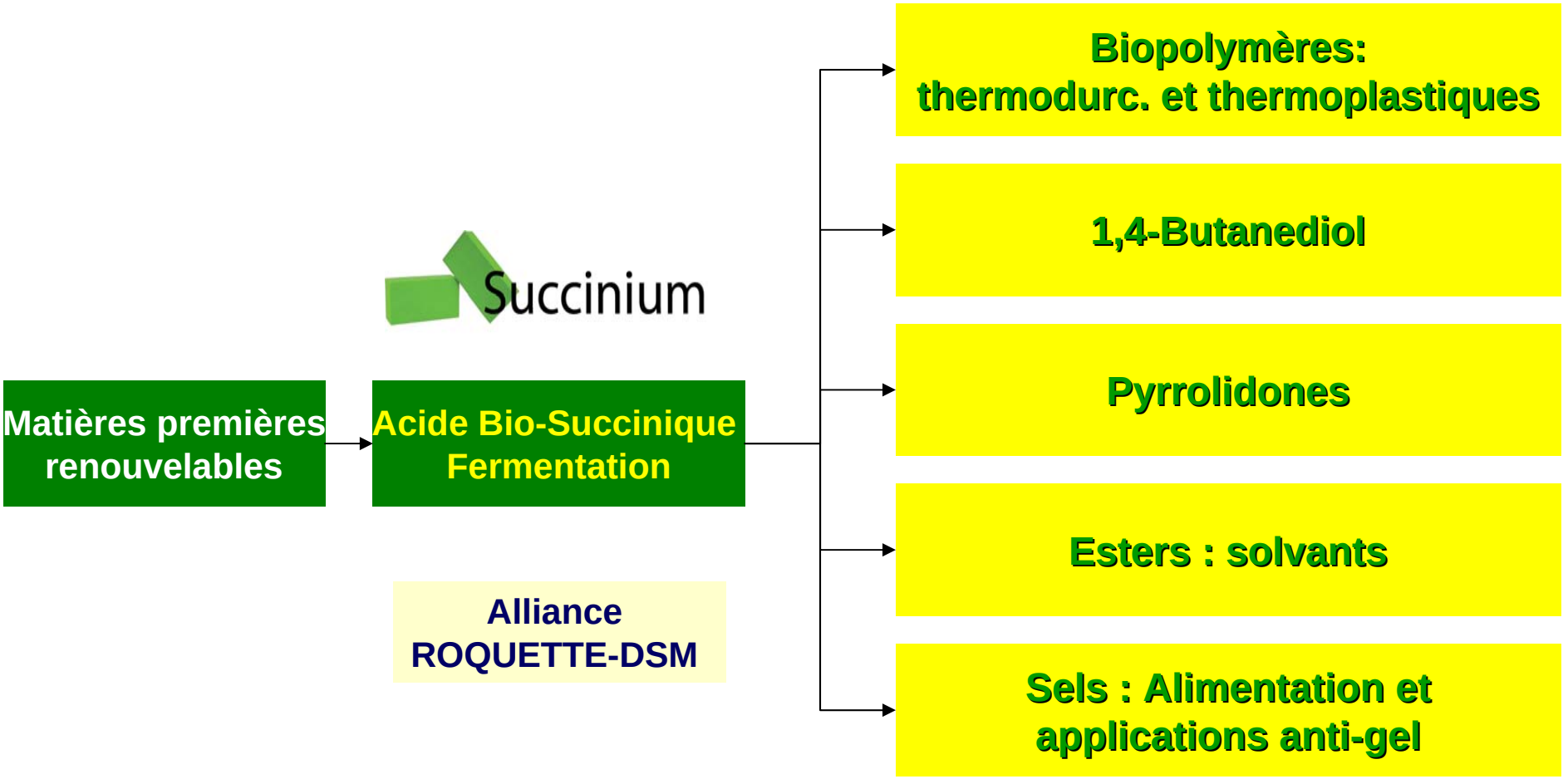
Esters de Succinate

- **Polyesters « verts » comme le Polyisosorbide succinate**
- **PBS (polybutylène succinate)…**

ACIDE BIO-SUCCINIQUE / FIXATION DU CO_2



APPROCHE DU MARCHÉ VIA DES PARTENARIATS



➔ **Le coût de production de l'acide bio-succinique doit être compétitif par rapport à celui de l'acide succinique "traditionnel"**

BIO-SUCCINIC AND ISOSORBIDE FOR POWDER COATINGS

succinic acid + m isosorbide + n HO–R–OH (diol 2) $\xrightleftharpoons{T,\ cat.}$

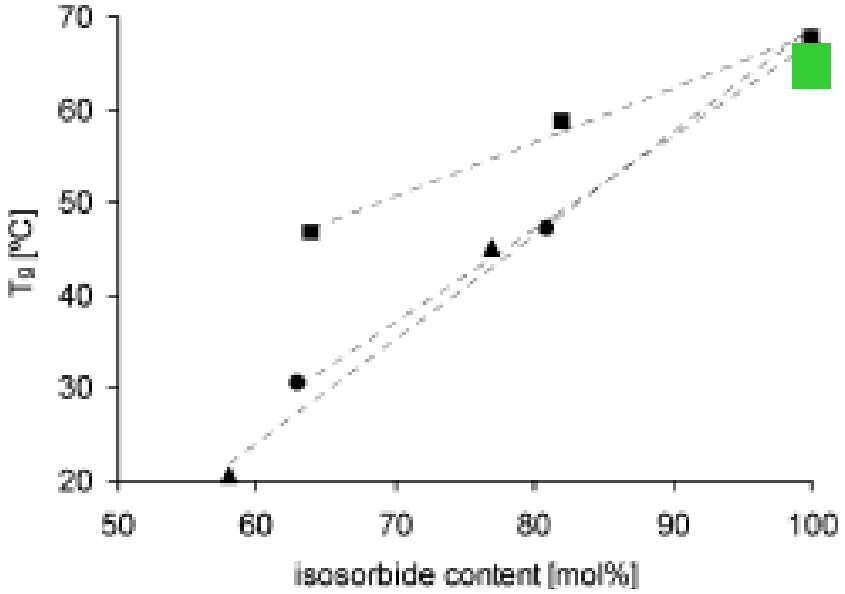
isosorbide/succinic acid-based co- and terpolyesters

For a better control of the functional end groups:

Synthesis of renewable terpolyesters based on Isosorbide, Succinic Acid and a 2nd diol

T_g as a function of the DAS content

for the copolyester SA/DAS/diol 2, with diol 2:
(▲) 1,3-propanediol,
(●) neopentyl glycol,
(■) 2,3-butanediol**.**



C. E. Koning et al Biomacromolecules 2006, 7, *3406-3416*

IMPACT DE L'ACIDE BIO-SUCCINIQUE SUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE (GHG)

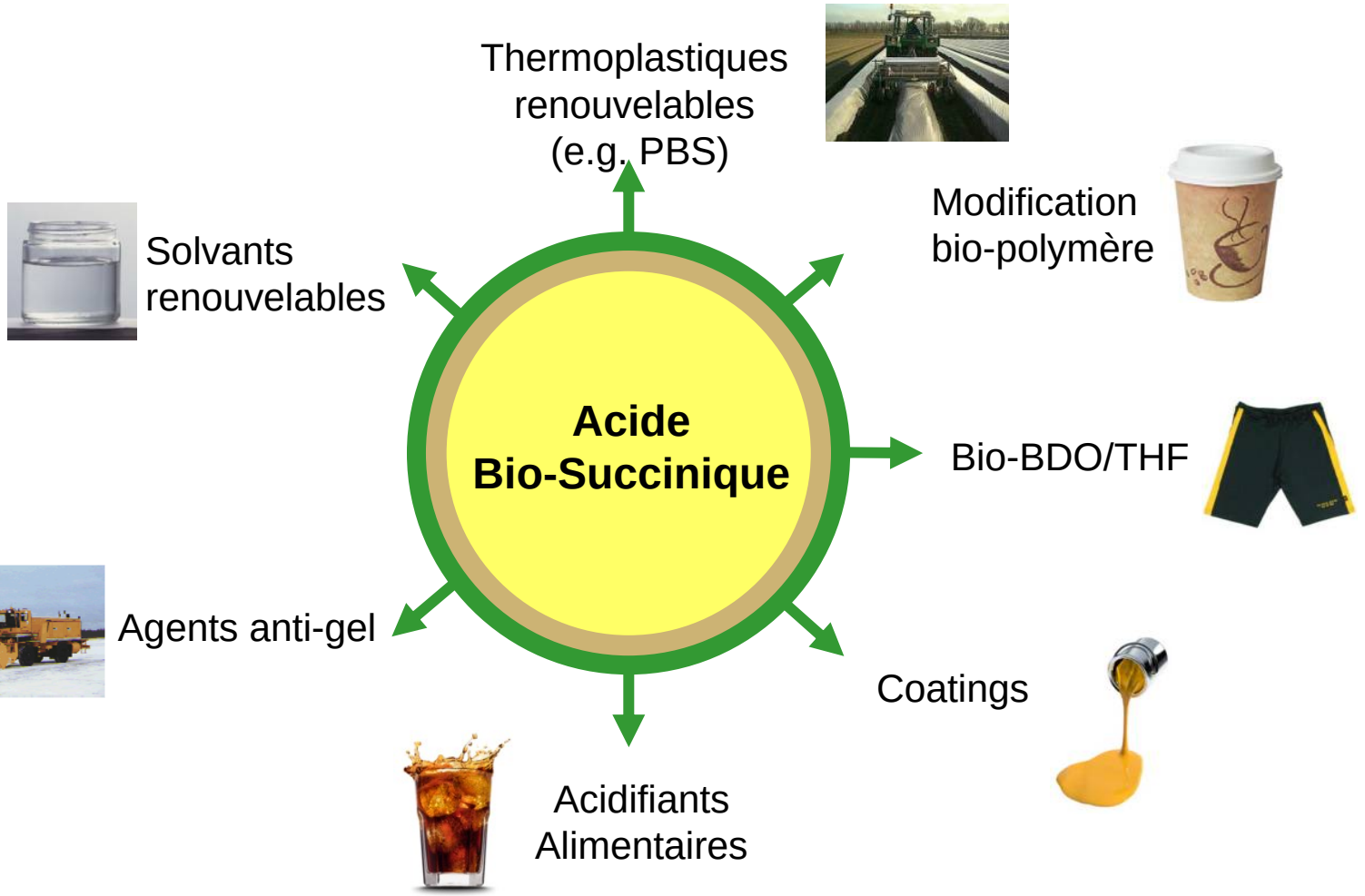
Acide Bio-Succinique base matières premières renouvelables vs matières premières fossiles

Passage de 7 t de CO2 par t d' acide succinique à 3,5 t de t de CO2 par t d' acide succinique

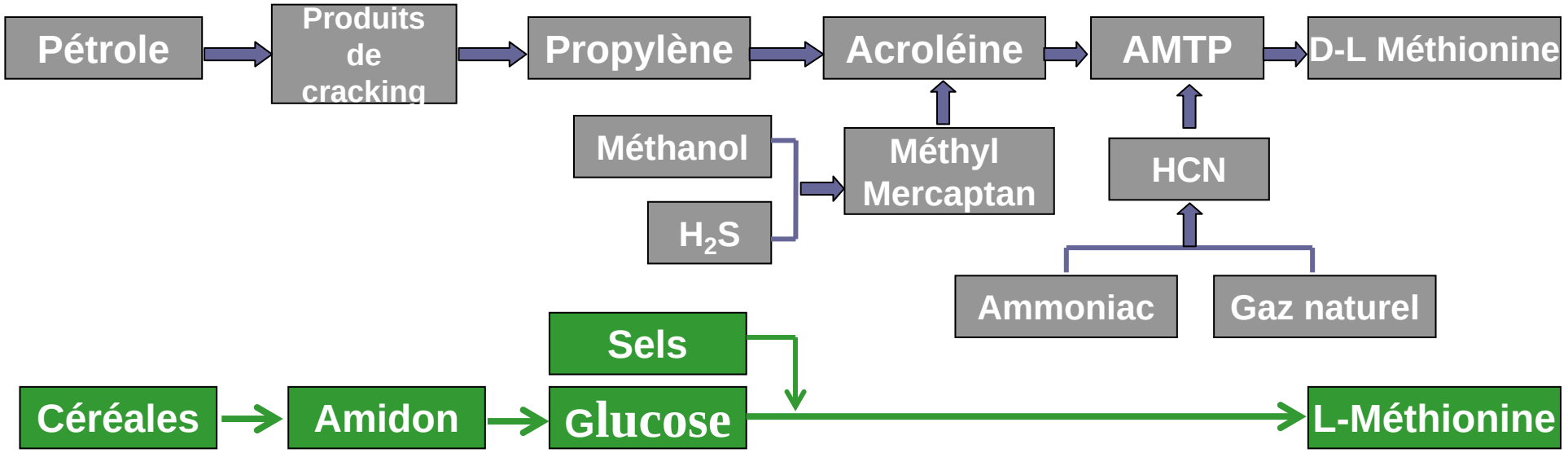
Soit une diminution de 50% des gaz à effet de serre

Source: *Patel et al. (2006). BREW Report; and Hermann, Blok and Patel (2007). Environ. Sci. Technol.* ***41****, 7915-7921.*

LES MARCHÉS VISÉS



EXEMPLE DE BIO-PRODUCTION DE L-METHIONINE AU SEIN D'UNE BIO-RAFFINERIE



Enjeux de la bio-production :

- ⇨**Industriel** = procédé robuste
- ⇨**Economique** = prix de revient compétitif
- ⇨**Environnemental** = procédé ne mettant pas en œuvre de matières dangereuses

Programme BioHub®

Les partenaires industriels et scientifiques

TERGAL FIBRES
COMPAGNIE EUROPEENNE DE POLYESTER

Sidel

DSM

cognis
we know how

ARKEMA

EUROVIA

SOLVAY
la Passion du Progrès®

metabolic explorer

ROQUETTE

Institut des Molécules et de la Matière Condensée de Lille (IMMCL)

INSA LYON

USTL

CNRS

INSTITUT NATIONAL des SCIENCES APPLIQUÉES
INSA ROUEN

ROQUETTE

BIOHUB®

PROGRAMME BioHub® : CHIFFRES CLEFS

- ✓ **Coût du programme annoncé :** **90 millions € (85% ROQUETTE)**
- ✓ **Durée du programme :** **6 ans**
- ✓ **Aides de l'Agence de l'Innovation Industrielle :** **42 millions €**
- ✓ **Investissement industriels prévus :** **700 millions € à partir de 2010**
- ✓ **Équivalent maïs consommé à terme :** **1 300 000 t (3 600 t/jour)**
- ✓ **Équivalent surface maïs utilisée :** **150 000 ha**
- ✓ **Chiffre d'affaires généré à 10 ans :** **790 millions €**

LES RESSOURCES RENOUVELABLES : UN GISEMENT À EXPLOITER POUR LA CHIMIE DU VÉGÉTAL

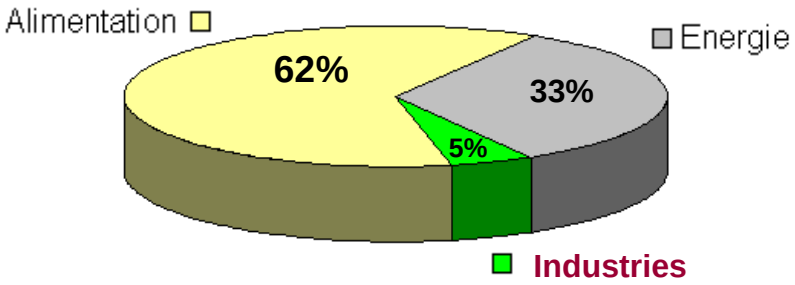
Production mondiale de biomasse = 120.10^9 t

- 75 % carbohydrates
- 20 % lignines
- 5 % autres (huiles, acides gras, protéines…)

95% non-exploitées (114.10^9 t)

5 % exploitées (6.10^9 t) en :

- $2,2.10^9$ t de bois
- $1,8.10^9$ t de céréales *(dont blé + maïs = $1,3\ 10^9$t)*
- $2,0.10^9$ t d'oléagineux, canne à sucre, betteraves



(Source : M.L. Imhoff & al. 2004)

5% de la biomasse exploitée est utilisée pour la chimie et l'industrie
(i.e. $0,3.10^9$ t soit 300 millions de tonnes)

PROGRAMME BioHub®