

UTILISATION DES LIPASES DANS LES AGRO-INDUSTRIES ET LES ALIMENTS : APPLICATIONS, MARCHÉS ET ACTEURS, DÉVELOPPEMENTS RÉCENTS.

LIPINOV, ROMAINVILLE
24 novembre 2015

DAVID GUERRAND



twb
White Biotechnology
center of excellence



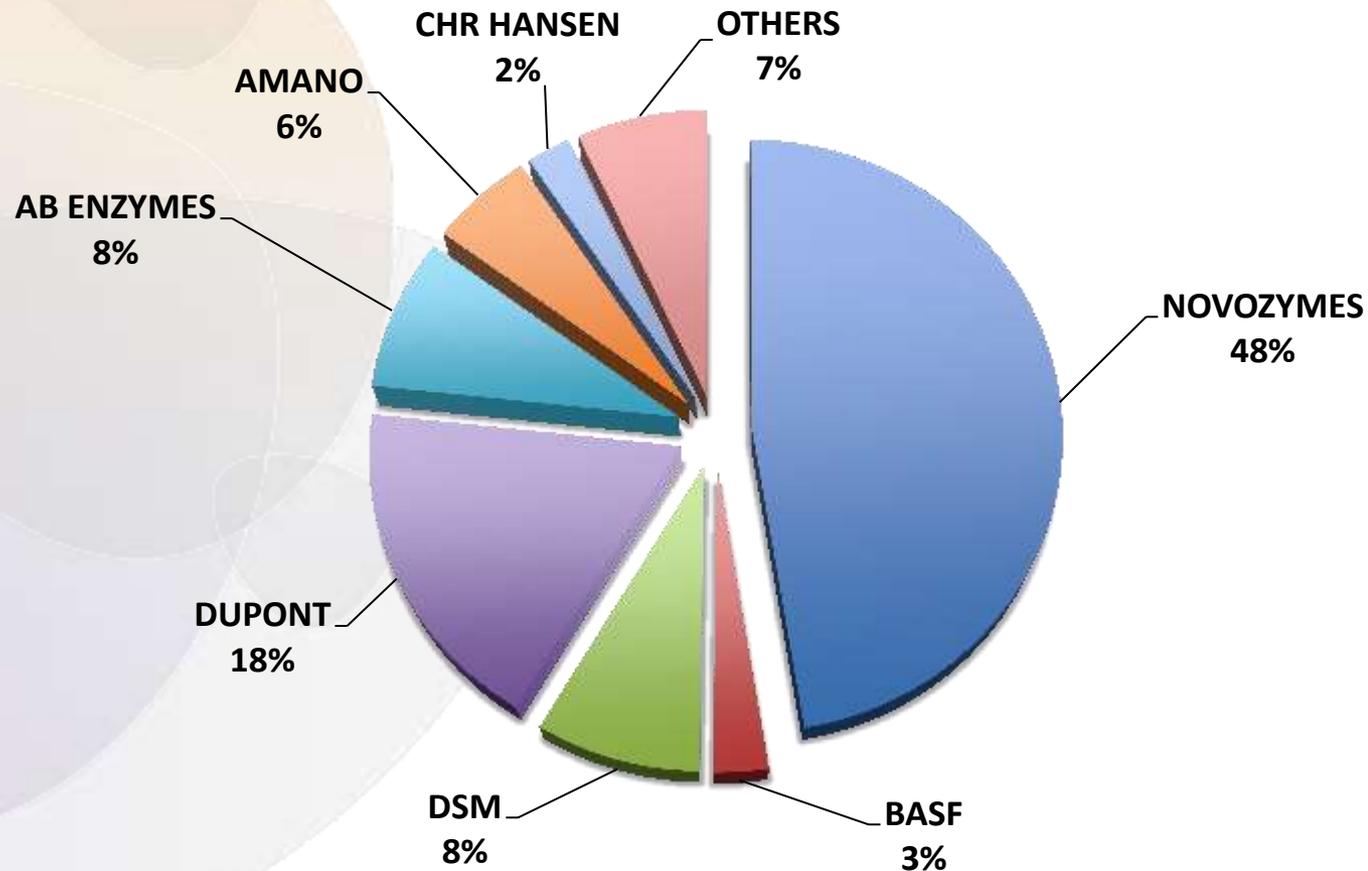
ENZYMES A USAGE INDUSTRIEL – MARCHE GLOBAL



APPLICATION	MARCHE ENZYMES, M€ (<u>estimation</u> , 2014)
ALIMENTAIRE & AGRO-INDUSTRIES	1 300
DETERGENTS	900
BIOCARBURANTS	400
NUTRITION ANIMALE	750
AUTRES (textile, biocatalyse...)	300
TOTAL	3 650

Alimentaire, agro-industries et nutrition animale ~ 55 % du marché

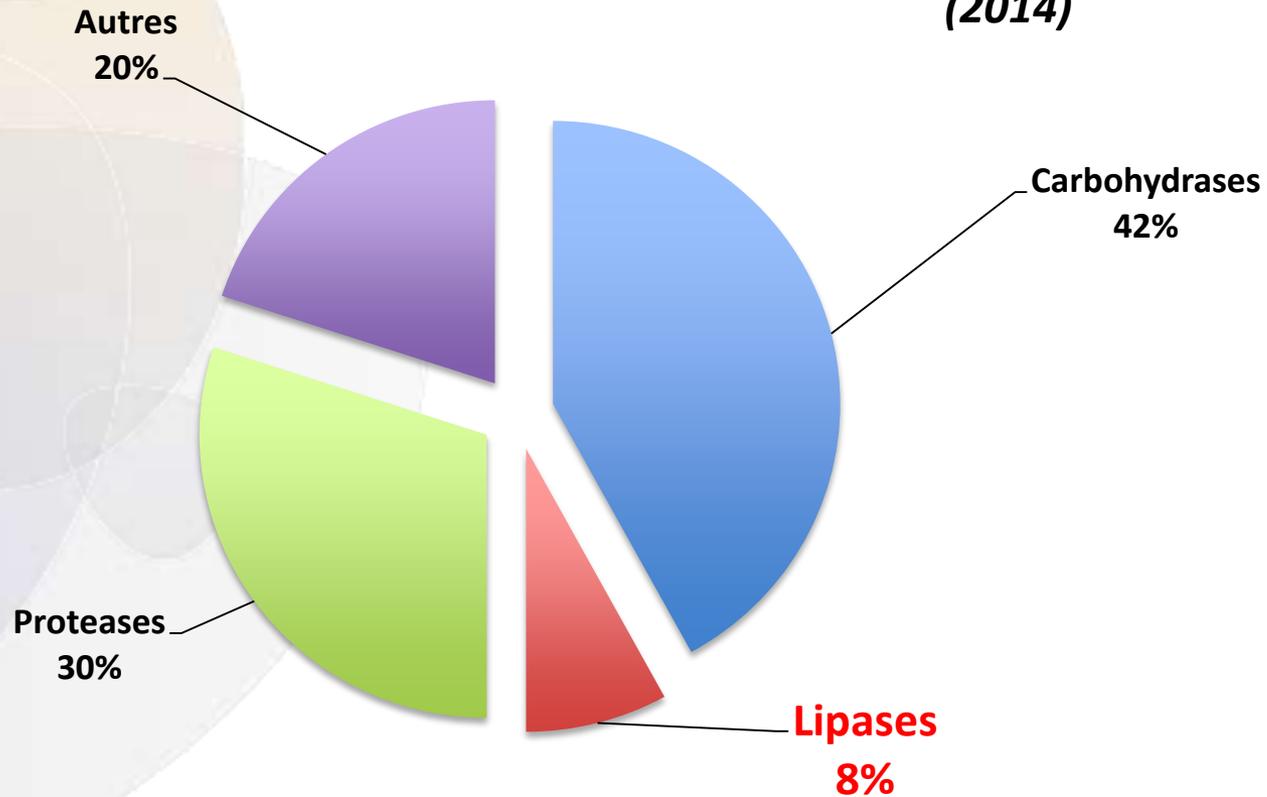
ENZYMES A USAGE INDUSTRIEL – MARCHE GLOBAL, PAR PRODUCTEUR



ENZYMES A USAGE INDUSTRIEL – MARCHÉ GLOBAL



*Estimation en valeur, par catégorie
(2014)*



LIPASES : moins de 10 % du marché des enzymes à usage industriel

PRINCIPALES APPLICATIONS DES LIPASES A USAGE INDUSTRIEL



- ◆ Détergents
- ◆ Oléo-chimie
- ◆ Polymères
- ◆ **Agro-alimentaire**

- ◆ Santé et pharmacie
- ◆ Papier
- ◆ Déchets
- ◆ Cosmétique
- ◆ Biodiesel

Source : Choudhury & Bhunia, 2015

Lipases « alcalines », élimination de résidus gras

Lipases immobilisées

Biocatalyse de réactions de polymérisation

Produits laitiers, traitement des huiles végétales & animales (poisson), ovoproduits, boulangerie...

Biocatalyse, sélection chirale

Rendement, qualité dans la production de pâte à papier

Dépollution en synergie avec d'autres enzymes

Biocatalyse, arômes

Réactions de trans-estérification

PRINCIPALES APPLICATIONS DES LIPASES A USAGE INDUSTRIEL



Détergents : élimination des résidus d'origine lipidique

- ◆ Lessives pour textiles
- ◆ Détergents pour lave-vaisselle
- ◆ Lipases efficaces en milieu neutre à alcalin, efficaces dans différentes plages de température, dans un environnement complexe (surfactants, agents oxydants, détergents dans la formulation finale)

Exemple : Lipex[®], Lipolase[®]
(Novozymes)

Lipex[®]
Say goodbye
to fatty stains

Benefits

- Efficient first-wash removal of laundry stains that contain edible fats or oils
- Effectively cleans under neutral to alkaline conditions and performs well across a broad temperature range
- Removes the fatty stain on the surface of the fibers and also performs deep cleaning within the fibers of the fabric

Trade name	Lipex [®]
Enzyme class	Lipase (E.C. 3.1.1.3)
Type of stain	Tricylglycerol (fatty stains: oils, dairy soils, etc.)
Primary activity	Hydrolysis of ester bonds in tricylglycerol
Reaction products	Fatty acids, monoacylglycerol, diacylglycerol
Standard formulation	Granulate, liquid
Consumer claims	Grease stain removal
Comments	Efficient first-wash lipase

PRINCIPALES APPLICATIONS DES LIPASES A USAGE INDUSTRIEL



Oléochimie

- ♦ Les procédés industriels des corps gras implique de nombreux procédés chimiques, thermique et physiques
- ♦ Approche enzymatique : économie d'énergie, spécificité des réactions
- ♦ Frein : coût et mise en œuvre des enzymes (immobilisation)

PRINCIPALES APPLICATIONS DES LIPASES A USAGE INDUSTRIEL



Chimie des polymères

- ♦ Lipases : alternatives aux procédés chimiques (ex. catalyse organo-métallique)
- ♦ Procédés chimiques : toxicité, cinétiques lentes de dégradation des polymères
- ♦ Applications : PLA (polylactide), PCL (polycaprolactone)...

⇒ *Intervention de E. Pollet, Université de Strasbourg*

- ♦ Trans estérification de la lignine en oléate de lignine avec une lipase immobilisée
- ♦ Alternative possible à l'estérification chimique de la lignine
- ♦ Propriétés intéressantes de l'oléate de lignine pour les applications matériaux composites

⇒ *Poster E. Husson, Université de Picardie Jules Verne*

PRINCIPALES APPLICATIONS DES LIPASES A USAGE INDUSTRIEL



Pharmacie / Nutrition-Santé

- ♦ Lipases énantiométriques, comme alternatives aux techniques de chromatographie chirale

⇒ *Intervention de D. Gérard, LISBP Toulouse*

- ♦ « fonctionnalisation » de lipides (AGPI)
- ♦ Exemples : production de lysophospholipides à partir de phospholipides riches en DHA; extraction/transformation des huiles de poisson riches en AGPI; biocatalyse pour produire de la phosphatidylserine d'origine marine...

⇒ *Interventions G. Pencreac'h, Université du Maine; B. Lennon (Polaris); J. Bouvier (Phosphotech), M. Lagarde (INSA-Lyon)*

PRINCIPALES APPLICATIONS DES LIPASES A USAGE INDUSTRIEL



Agroalimentaire

- ◆ Boulangerie

⇒ *Intervention de H. Robert, Groupe Soufflet*

- ◆ **Ovoproduits**
- ◆ **Huiles végétales**
- ◆ Produits laitiers
- ◆ Cacao

LIPASES INDUSTRIELLES ORIGINE ET PRODUCTION



Lipases microbiennes

Champignons et levures

Candida sp.

Aspergillus sp.

Mucor sp.

Rhizopus sp.

Humicola sp.

Yarrowia lipolytica

...

Bactéries

Pseudomonas sp.

...

Lipases animales

Lipases pancréatiques (origine bovine ou porcine)

PRODUCTEURS DE LIPASES INDUSTRIELLES



Producteurs



Exemples de produits commercialisés

Lipase 435 (Lipase B immobilisée de *Candida antarctica*)
(applications en milieux sans solvant, synthèse chirale...)
Lipases pour les IAA, les détergents (Lipolase)...

Maxapal A2 : phospholipase A2(émulsifiants)
Gumzyme : Phospholipase A2 (oil degumming)
Lipases pour la boulangerie et les fromages

Différentes lipases pour l'industrie fromagère

Lipases pour l'industrie fromagère, boulangerie,
'oil degumming' (LysoMax Oil)
Détergents

Veron Hyperbake : lipase pour la boulangerie
Rohalase PL Extra , MPL : phospholipase pour 'oil degumming'
Rohalase F : lysophospholipase

Lipase DF
Lipase AY

LIPASES POUR LES IAA

Exemple de la gamme Amano (Japon)

Application	Lipase
1. Manufacture of Dairy Flavor Milk, Butter, Cheese flavor	Lipase AY "Amano" 30SD, Lipase MER "Amano" Lipase R "Amano", Lipase DF "Amano" 15, Lipase A "Amano" 12 Lipase G "Amano" 50, Lipase MH "Amano" 10SD
2. Purity Improvement of Triglycerides	Lipase G "Amano" 50
3. Concentration of PUFA (EPA, DHA)	Lipase AY "Amano" 30SD
4. Others Baking, Natural savory extracts	Lipase A "Amano" 12, Lipase DF "Amano" 15

LIPASES POUR LES IAA

EXEMPLE 1 - OVOPRODUITS



Augmentation des pouvoir émulsifiant de la lécithine du jaune d'œuf pour le marché des sauces industrielles de type mayonnaise

Production mondiale de sauces émulsifiées type mayonnaise > 3 millions T / an

Equivalent à > 150,000 T de jaune d'œuf

30 à 35 % du marché concentré sur la Russie/Europe de l'Est

Producteurs clés :

**Nestlé
Unilever
Kraft**

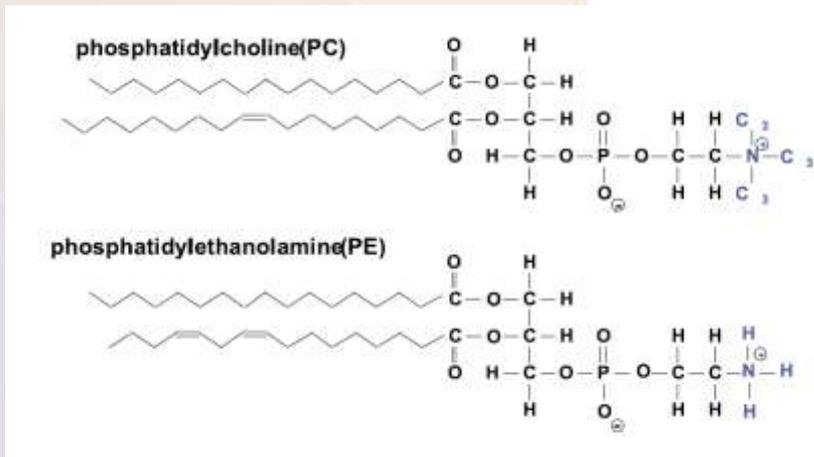
...



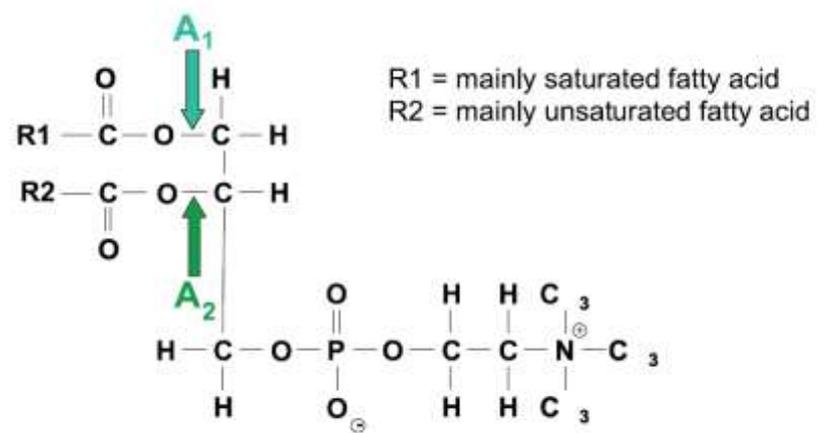
LIPASES POUR LES IAA

EXEMPLE 1 - OVOPRODUITS

Utilisation des phospholipases dans la production d'émulsions à base d'oeuf



(1)



(2)

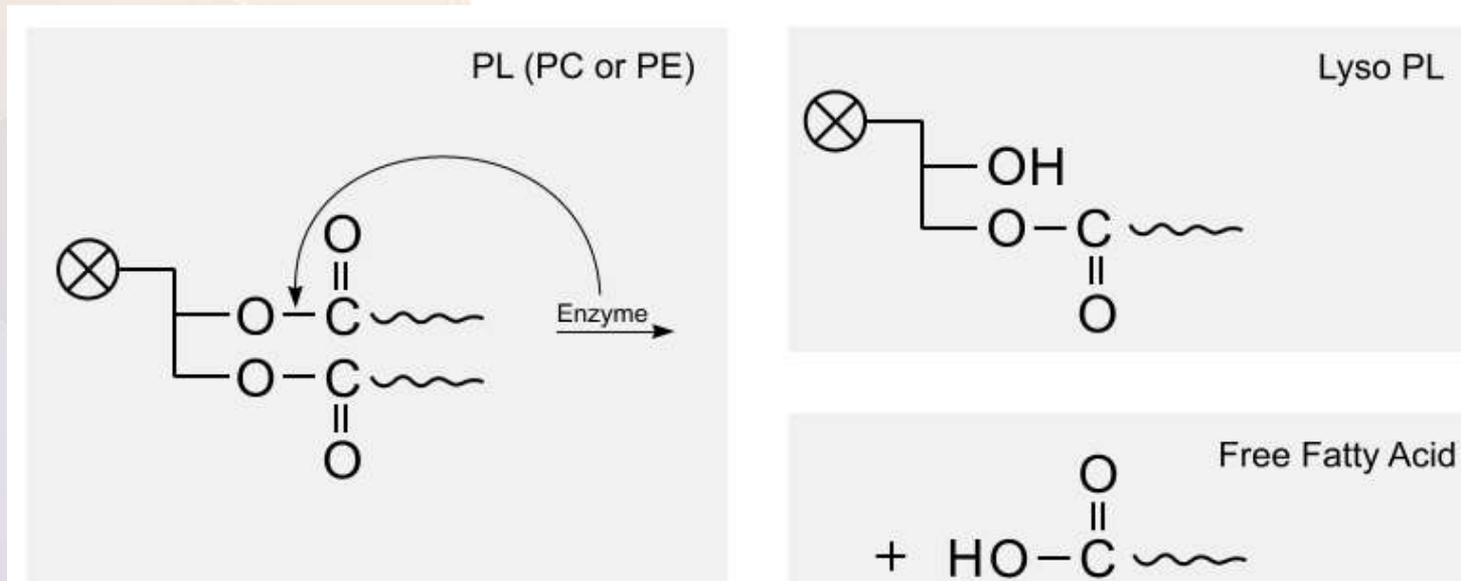
Structure des principaux phospholipides présents dans le jaune d'oeuf (1) et spécificité d'action des phospholipases A1 et A2 (2)

Source : documentation technique Biocatalysts (UK)

LIPASES POUR LES IAA

EXEMPLE 1 - OVOPRODUITS

Phospholipase A2 pour la potentialisation des propriétés émulsifiantes du jaune d'oeuf



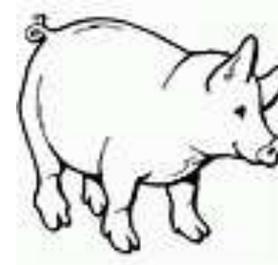
- Production de lyso-PL à meilleur pouvoir émulsifiant
- Emulsions (mayonnaise) plus fermes

LIPASES POUR LES IAA

EXEMPLE 1 - OVOPRODUITS

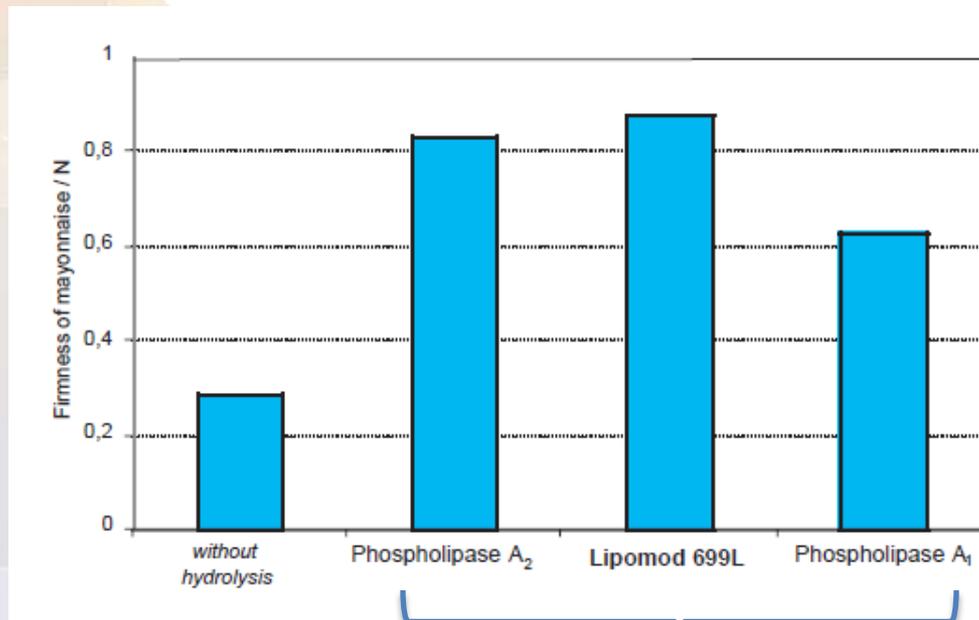
- **PLA 2 extraite de pancréas de porc**
- Exemple : Lipomod 699 (Biocatalysts, UK)
- Rendements annoncés > 80 % de conversion (réaction 1h)
- Origine porcine = limitation marché (Halal/Kosher)

- **PLA2 fongique (*Aspergillus niger*)**
- Exemple : Maxapal A2 (DSM)
- Rendements annoncés 70-80% de conversion (réaction 1h)
- Origine fongique = certifications Halal/Kosher
- Microorganisme génétiquement modifié (lipase porcine clonée dans *A. niger*)



LIPASES POUR LES IAA

EXEMPLE 1 - OVOPRODUITS



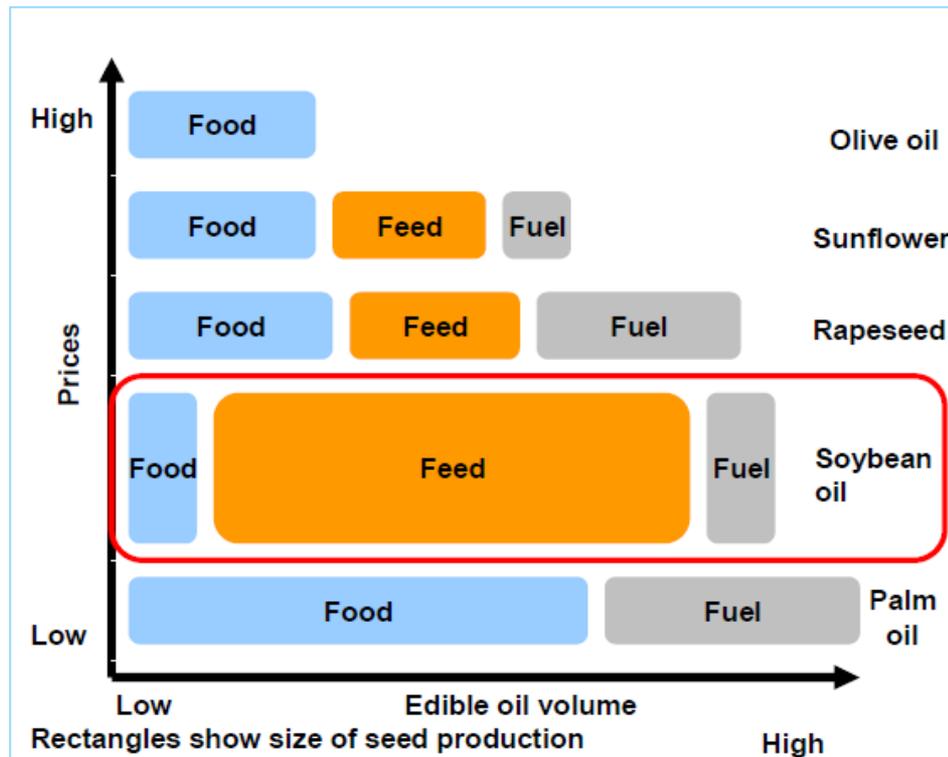
(1)

(2)

Fermeté d'une mayonnaise élaborée à base de jaunes d'œufs non traités (1) et traités par différentes lipases (2).

Source : documentation technique Biocatalysts (UK)

EXEMPLE 2 - LIPASES ET PRODUCTION D'HUILES VEGETALES



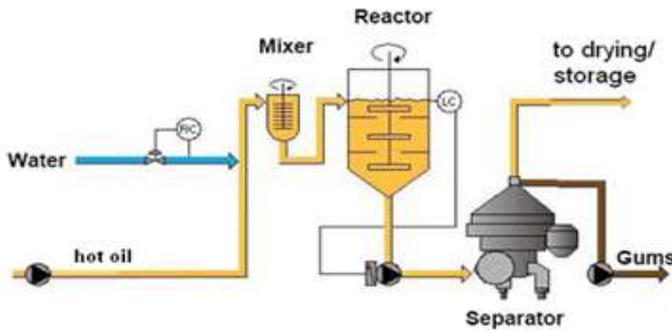
Panorama des principales huiles végétales produites dans le monde, par marché.

Un marché dominé par des acteurs globaux: ADM, Bunge, Cargill...

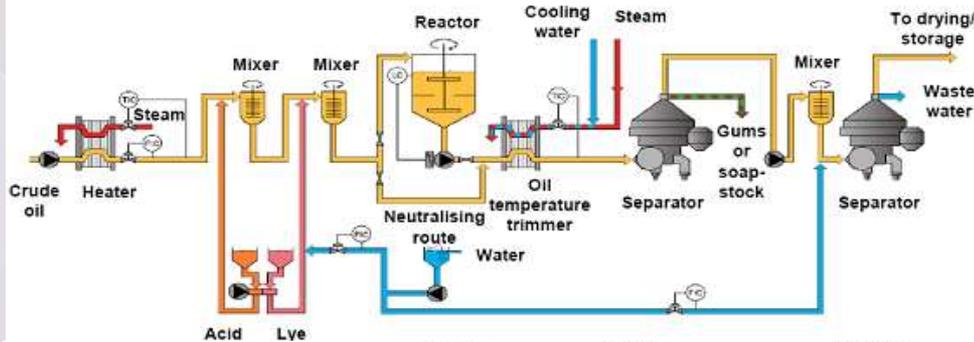
LIPASES POUR LES IAA

EXEMPLE 2 – HUILES VÉGÉTALES

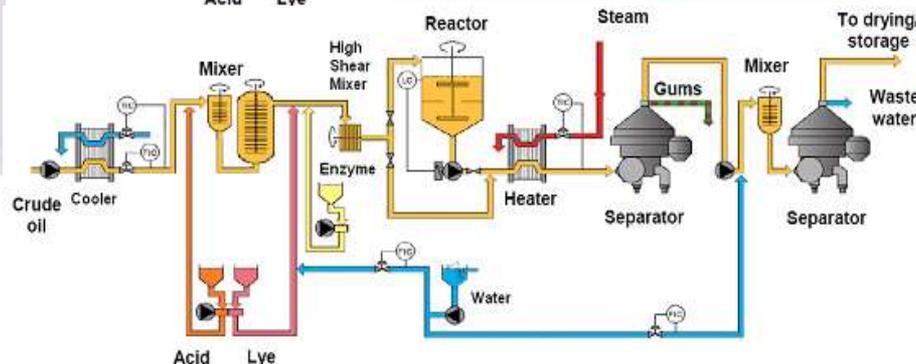
*Différents procédés industriels pour le raffinage des huiles brutes :
Élimination des mucilages (phospholipides) ou « oil degumming »*



Procédé extraction aqueuse, à chaud (85°C)



Procédé avec acidification

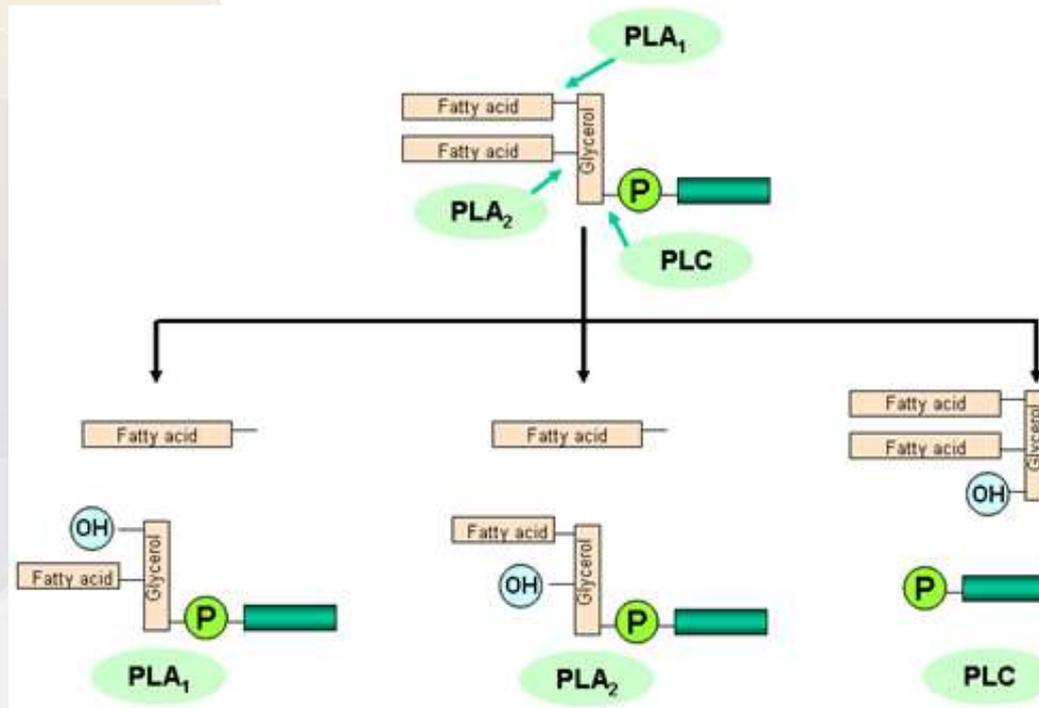


Procédé avec hydrolyse enzymatique
 -température plus basse (50-60°C)
 -meilleurs rendements (+1 à +2 %)
 -facilitation des procédés de pompage et de séparation

Source : Alfa Laval

EXEMPLE 2 - LIPASES ET PRODUCTION D'HUILES VEGETALES

Dégommage (« oil degumming ») enzymatique
Principales phospholipases industrielles et mode d'action



Source : AOCS publication, 2012
 F.Galhardo & C. Dayton, Bunge Global Innovation

EXEMPLE 2 - LIPASES ET PRODUCTION D'HUILES VEGETALES



Commercially available phospholipases for enzyme degumming

Supplier	Brand	Activity	Organism of origin
AB Enzymes	Rohalase®MPL	PLA2	Trichoderma reesei
Danisco	Lysomax®	PLA2	Streptomyces violaceoruber
DSM	Gumzyme®	PLA2	Aspergillus niger
Novozymes	Lecitase®10L	PLA2	Porcine pancreas
Novozymes	Lecitase® Novo	PLA1	Fusarium oxysporum
Novozymes	Lecitase® Ultra	PLA1	Thermomyces lanuginosa / Fusarium oxysporum
Verenium	Purifine™ PLC	PLC	Pichia pastoris

Source : AOCS publication, 2012

F.Galhardo & C. Dayton, Bunge Global Innovation

LIPASES INDUSTRIELLES : ENJEUX & DEFIS

- **Innovation** : recherche de lipases opérant dans des conditions extrêmes, catalyse de réactions spécifiques (énantiosélectivité...)
 - Ingénierie des souches connues
 - Recherche de souches 'extrémophiles'
- **Développement de marchés à forte valeur ajoutée** :
 - chimie des polymères (biosourcés, compostables)
 - Pharmacie
 - nutrition-santé (par ex. omega-3)
- **Industrialisation** : passage des développements labo à l'échelle industrielle
 - Nombreuses enzymes d'intérêt
 - Marchés fragmentés
 - Faibles volumes/enzyme

TWB EN UN COUP D'ŒIL

Missions :

- > Favoriser le développement de nouvelles voies de production durable basées sur l'utilisation de carbone renouvelable et d'outils biologiques innovants (enzymes, microorganismes)
- > Faciliter l'interface recherche publique & industrie

Domaines d'application : chimie, matériaux, énergie

Structure : gérée par l'INRA (UMS INSA / INRA 1337/ CNRS 3582), sur la base d'un consortium privé/public

Financement : 20 M€ sur 10 ans par l'ANR, comme démonstrateur industriel (Programme Investissements d'Avenir)

Historique : créé en 2011, opérationnel en 2012

PARTENAIRES DU CONSORTIUM



Partenaires industriels



Partenaires investisseurs / valorisation



Partenaires publics

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

DAVID GUERRAND

david.guerrand@toulouse.inra.fr

06 84 24 58 31
05 61 28 57 65



twb
White Biotechnology
center of excellence

