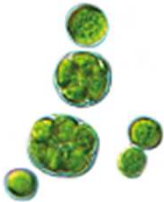




ROQUETTE

Offering the best of nature™



Utilisation intensive des enzymes en bioraffinerie céréales

Enzinov le 28 octobre 2014

Le Groupe ROQUETTE

- La mission et l'ambition du Groupe
 - Les chiffres clés
 - Les marchés
-
- Le métier d'amidonnier
 - Le marché des enzymes
 - L'hydrolyse de l'amidon
 - Les enzymes plus spécifiques
 - Les enzymes produites en internes

MISSION *et* AMBITION *du* GROUPE

Mission

*“Servir les femmes et les hommes
en offrant le meilleur de la nature”*

... en transformant les matières premières végétales dans une logique de développement durable en produits destinés à l'alimentation, à la santé et aux biens de consommation et d'équipement.

Ambition

Leader mondial de l'amidon et de ses spécialités.
aux avantages durables et bénéfiques pour la santé.

CHIFFRES CLÉS 2013

Une dimension internationale
depuis 80 ans

Ressources naturelles

8 millions de tonnes

de matières premières végétales

Soit 950 000 hectares

- Maïs : 5 Mt
- Blé : 1,9 Mt
- Pommes de terre : 1 Mt
- Pois : 80 000 t
- Microalgues

Nos atouts

- 21 sites de production :
Europe (10), Amérique du Nord (2), Asie/ Inde (9)
- Près de 5000 brevets
- 10% du CA par an réinvestis
dans le capital industriel et la R&D

3,4
milliards

Ressources humaines

- 8000 personnes
- 25 nationalités et 20 langues
- Formation : 25h/salarié et par an
- Ancienneté moyenne :
13 ans pour les hommes
11 ans pour les femmes

Nos clients

- 2 axes stratégiques :
Alimentation, Nutrition et Santé
Chimie du Végétal
- 5 000 clients dans + de 100 pays
- Co-création avec
un réseau mondial de Centres
de Développement Applicatif

Une société familiale privilégiant le long terme,
l'innovation et la volonté d'entreprendre

Les MARCHÉS

Deux axes stratégiques pour concevoir de nouveaux produits et solutions issus de ressources végétales.

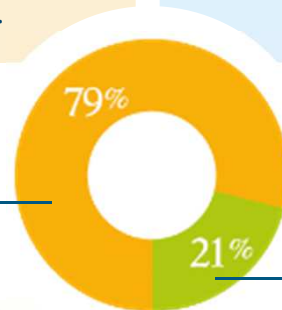
L'ALIMENTATION, LA NUTRITION ET LA SANTÉ

Alimentation infantile,
Confiserie,
Produits céréaliers,
Produits laitiers,
Compléments alimentaires,
Soupes et sauces,
Boissons,
Excipients Pharmaceutiques,
Solutés injectables,
Nutrition animale, Aquaculture...

LA CHIMIE DU VÉGÉTAL

Papiers,
Cartons,
Colles,
Détergence,
Plastiques végétaux,
Construction,
Chimie,
Bioindustries...

Alimentation, Nutrition
et Santé



Chimie du Végétal

- Le Groupe ROQUETTE

Le Métier d'amidonnier

- Les Matières Premières
- Les Procédés
- Les produits à base d'amidon

- Le marché des enzymes
- L'hydrolyse de l'amidon
- Les enzymes plus spécifiques
- Les enzymes produites en internes

Notre métier : Les matières premières



Les Solubles
(sels minéraux,
acides aminés, ...)
≈ 10 %



Amidon
≈ 66 %

Protéines
≈ 5 %

fibre
(drèches)
≈ 11,5 %

Germe
≈ 7,5 %

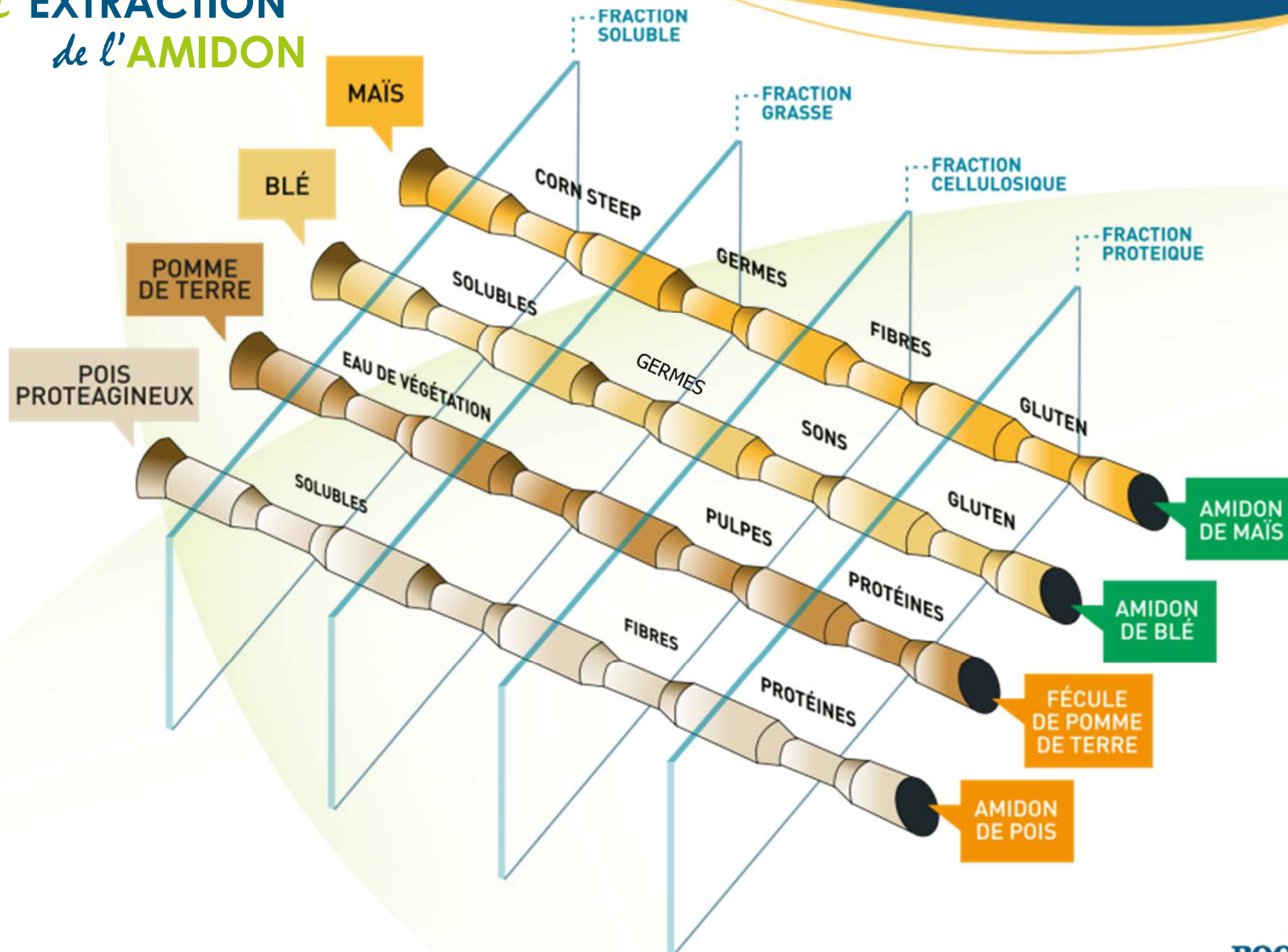


**QUELQUES
CHIFFRES**

Production mondiale exprimée en « équivalent amidon »
70 millions de tonnes
Un exemple d'amidonnerie :
5 000 T de maïs écrasées par jour



L'EXTRACTION de l'AMIDON

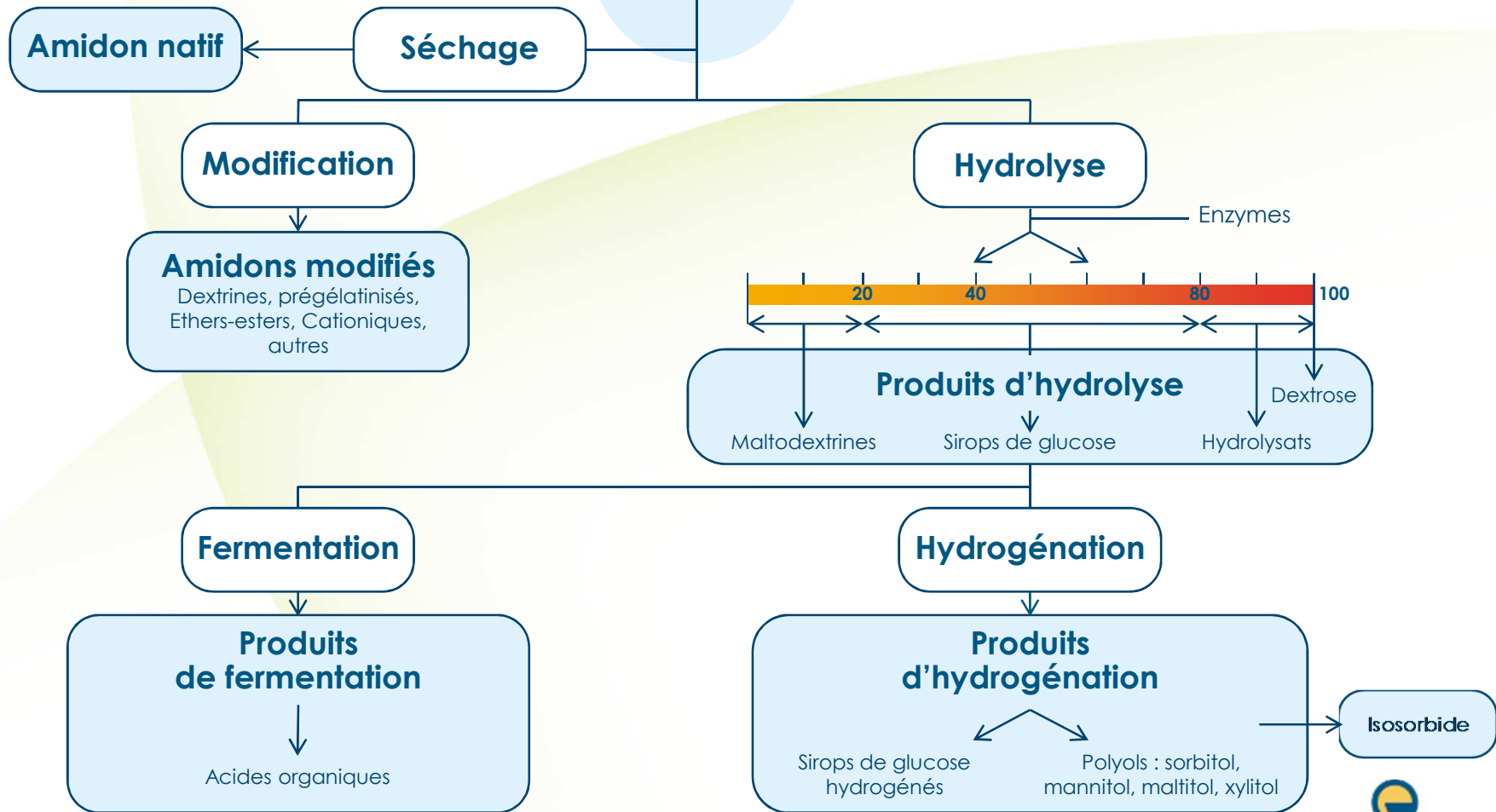


Notre métier : Les Produits à base d'amidon



La molécule d'amidon
= milliers de molécules
de glucose liées entre elles

AMIDON



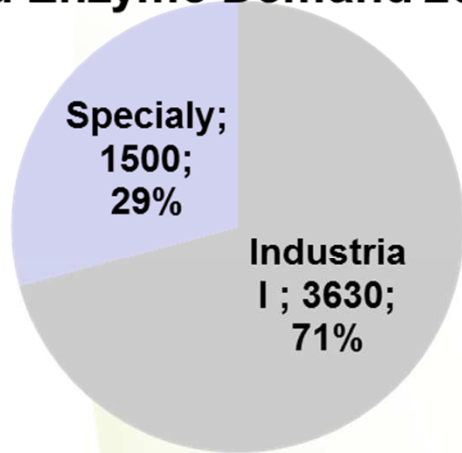
- Le Groupe ROQUETTE
- Le Métier d'amidonier

Le Marché des enzymes

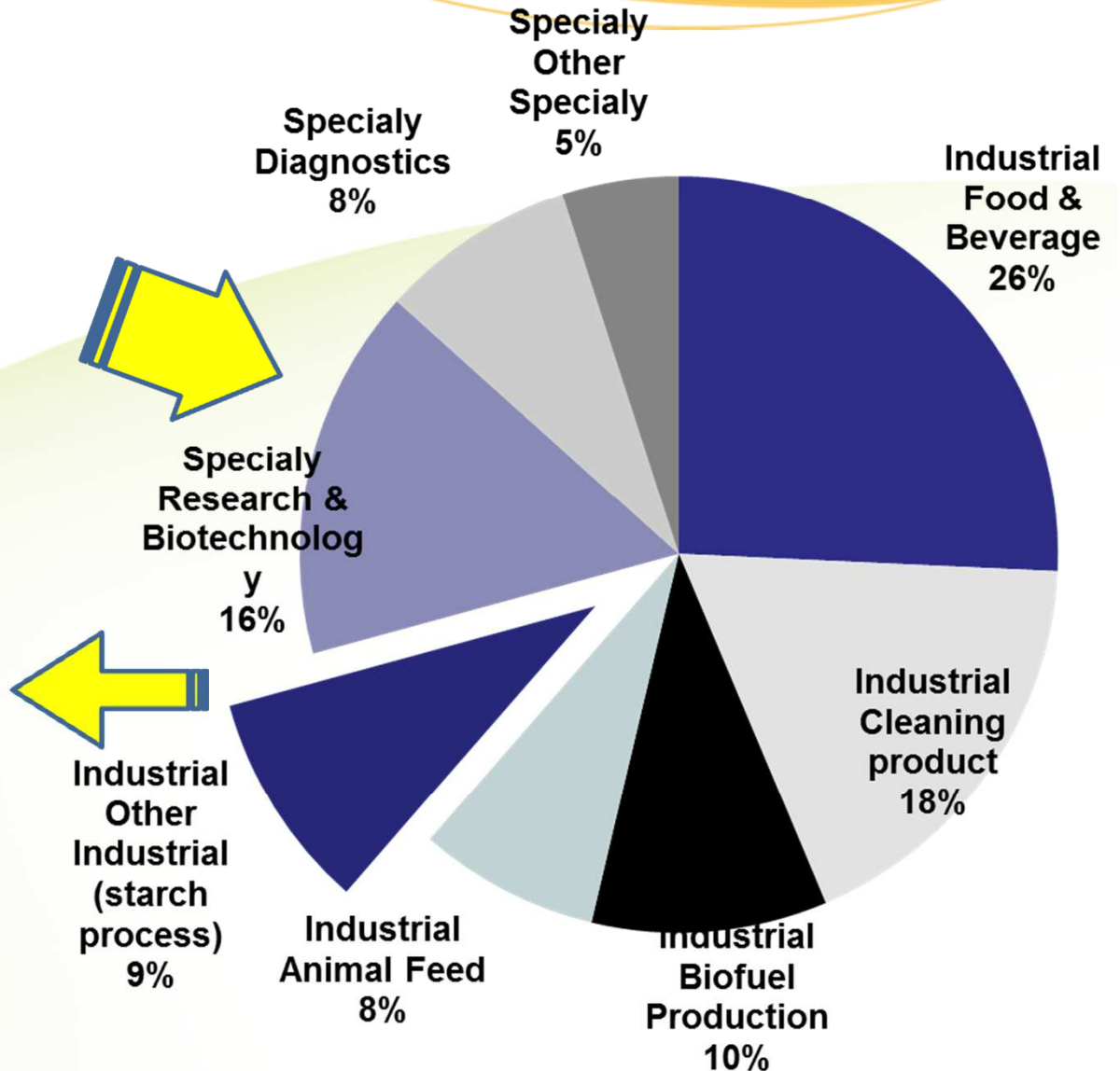
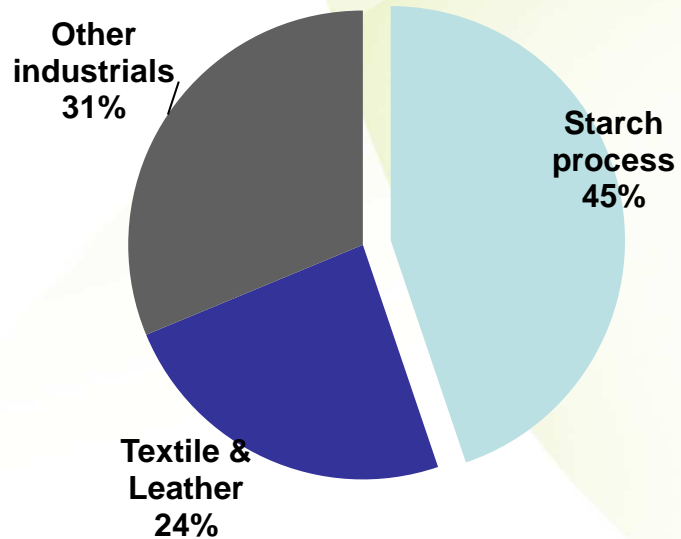
- Le Marché mondial
- Les enzymes des amidonniers
- L'Hydrolyse de l'amidon
- Les Enzymes plus spécifiques
- Les Enzymes produites en internes

Marché des Enzymes : Le marché mondial > 5 Mds de USD

World Enzyme Demand 2012

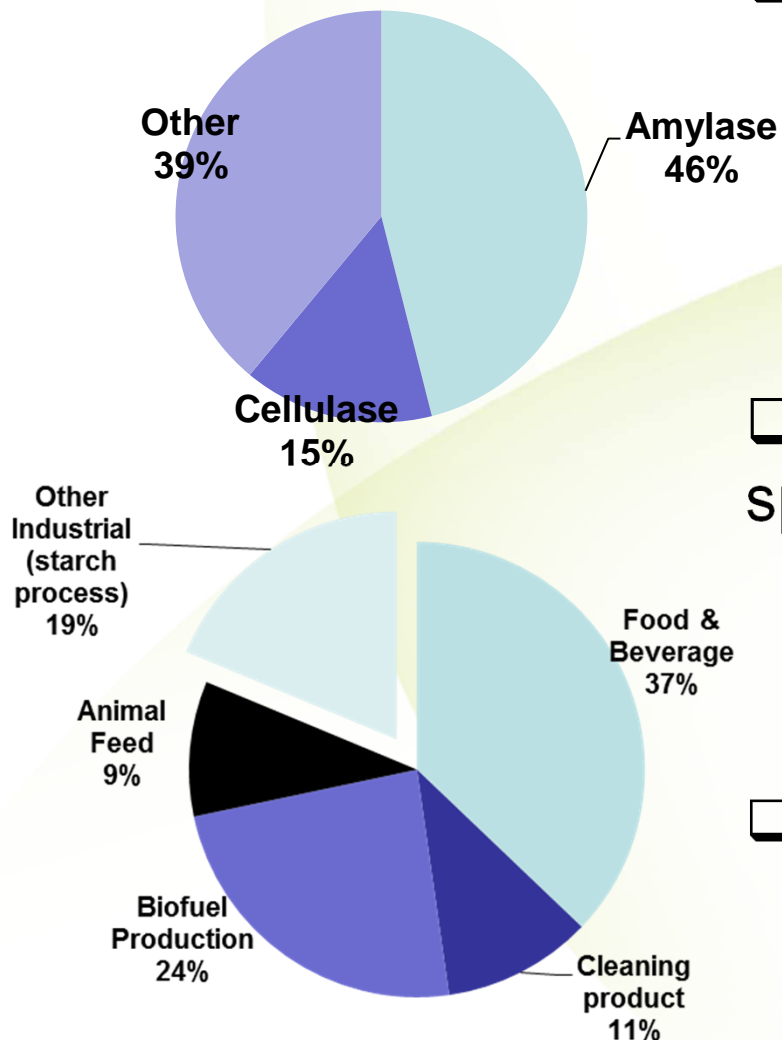


Other Industrial Enzyme



Marché des Enzymes : Les enzymes des amidonniers

2012 World Carbohydrase demand = 36% (1,8Mds USD)



□ Les enzymes les plus courantes : Les amylases

- ❖ Les α -amylases thermorésistantes
- ❖ Les amyloglucosidases
- ❖ Les enzymes débranchantes : pullulanase et isoamylase

□ Les enzymes pour des sirops spécifiques :

- ❖ La β -amylase et la « maltogénase » : pour les sirops riches en maltose
- ❖ La Glucose Isomérase

□ Les enzymes de spécialité

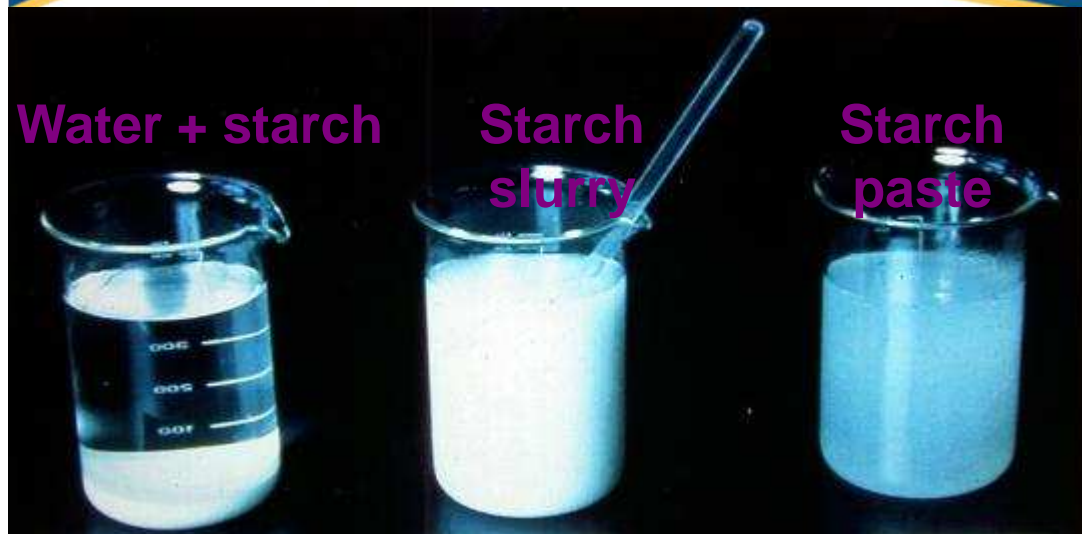
- ❖ La Glucose Oxydase et la Catalase
- ❖ La Cyclodextrine Glucosyl Transferase (CGTase)

- Le Groupe ROQUETTE
- Le métier d'amidonnier
- Le marché des enzymes

L'Hydrolyse de l'amidon

- La Liquéfaction
 - La Saccharification
 - Le Débranchement
-
- Les enzymes plus spécifiques
 - Les enzymes produites en internes

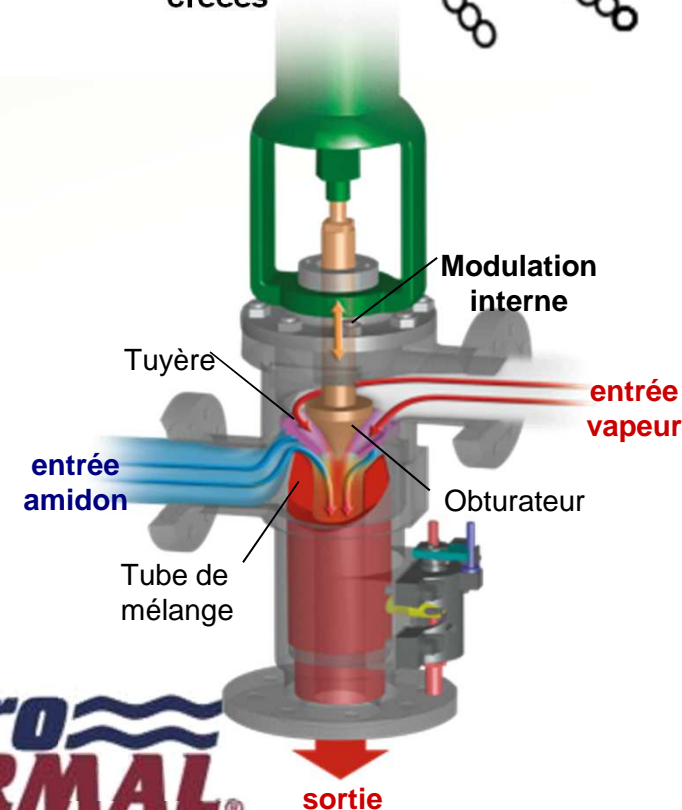
Hydrolyse de l'Amidon : L'éclatement par Liquéfaction



α AMYLASE

Extrémité réductrice initiale

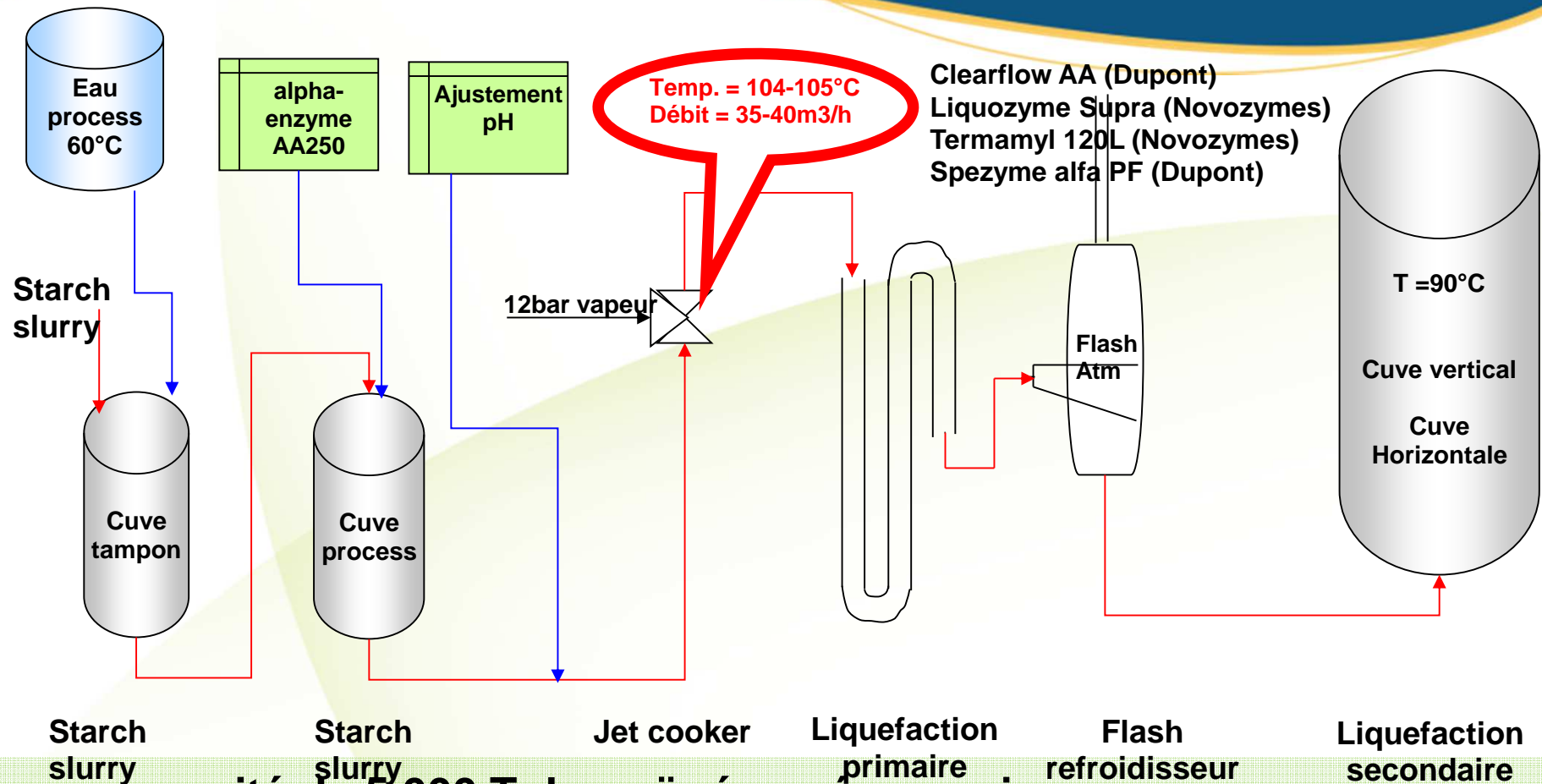
Extrémités réductrices créées



Conditions d'hydrolyse avec une α - amylase thermorésistante

- pH = 5,5
- Température = 105°C
- MS = 33%
- Calcium 5-20ppm (selon enzyme)
- temps de séjour très court
- quantité enzyme 1- 5 %

Hydrolyse de l'Amidon : Liquéfaction en 2 étapes



Pour une unité de 5 000 T de maïs écrasées par jour
Amidon traité par les glucoseries = 1500 T par jour (de 40-60% de l'amidon)
 α -amylase thermorésistante nécessaire (2% ..) = 2 à 3 tonnes par jour
Un camion de 20-25 tonnes par semaine

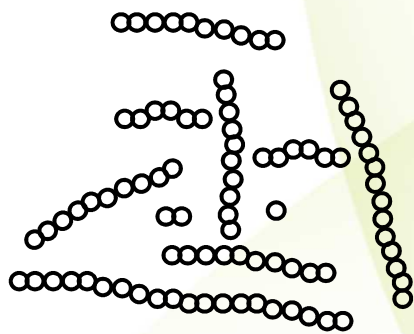
**QUELQUES
CHIFFRES**

Propriétés selon le Dextrose Equivalent (DE)

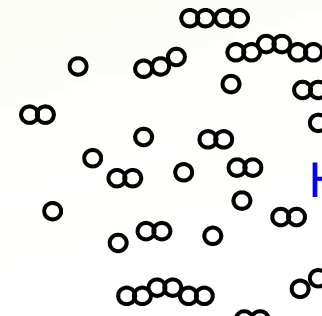
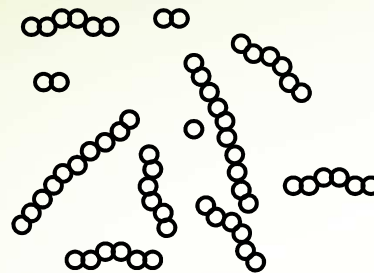
- Viscosité
- Pouvoir liant
- Aw
- Pouvoir anticristallisant
- Freezing point

DE = degré d'hydrolyse de l'amidon

- | | | |
|------------------------------|---|--------------|
| • Maltodextrines | : | DE < 20 |
| • Sirop de Glucose | : | 20 < DE < 95 |
| • Hydrolysat | : | DE = 95 |
| • Dextrose (cristallisation) | : | DE = 100 |



Bas DE



Haut DE



Nutrition particulière



Baby Food



Confiserie

- Pouvoir sucrant
- Hygroscopicité
- Réaction au brunissement
- Support d'aromes
- fermentescible

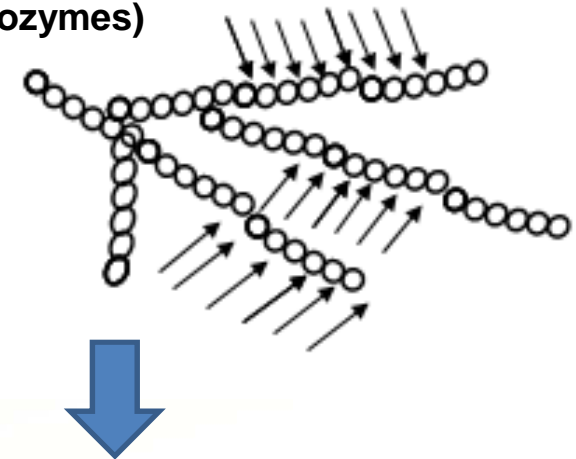
La saccharification : réaction avec l'Amyloglucosidase (AMG)

Conditions de saccharification par l'amyloglucosidase

- pH = 4 - 4,5
- Température = 55-60°C
- MS = 33%
- temps de séjour = 48h
- quantité enzyme 1- 2 ‰

AMYLOGLUCOSIDASE

Dextrozyme GA 1,5X (Novozymes)
Optidex L300 (Dupont)



Notre exemple d'amidonnerie

5 000 T de maïs écrasées par jour

Amidon traité par les glucoseries

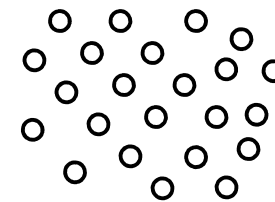
1500 T par jour

Amyloglucosidase utilisée par jour

1 tonne

Un camion par mois

**QUELQUES
CHIFFRES**



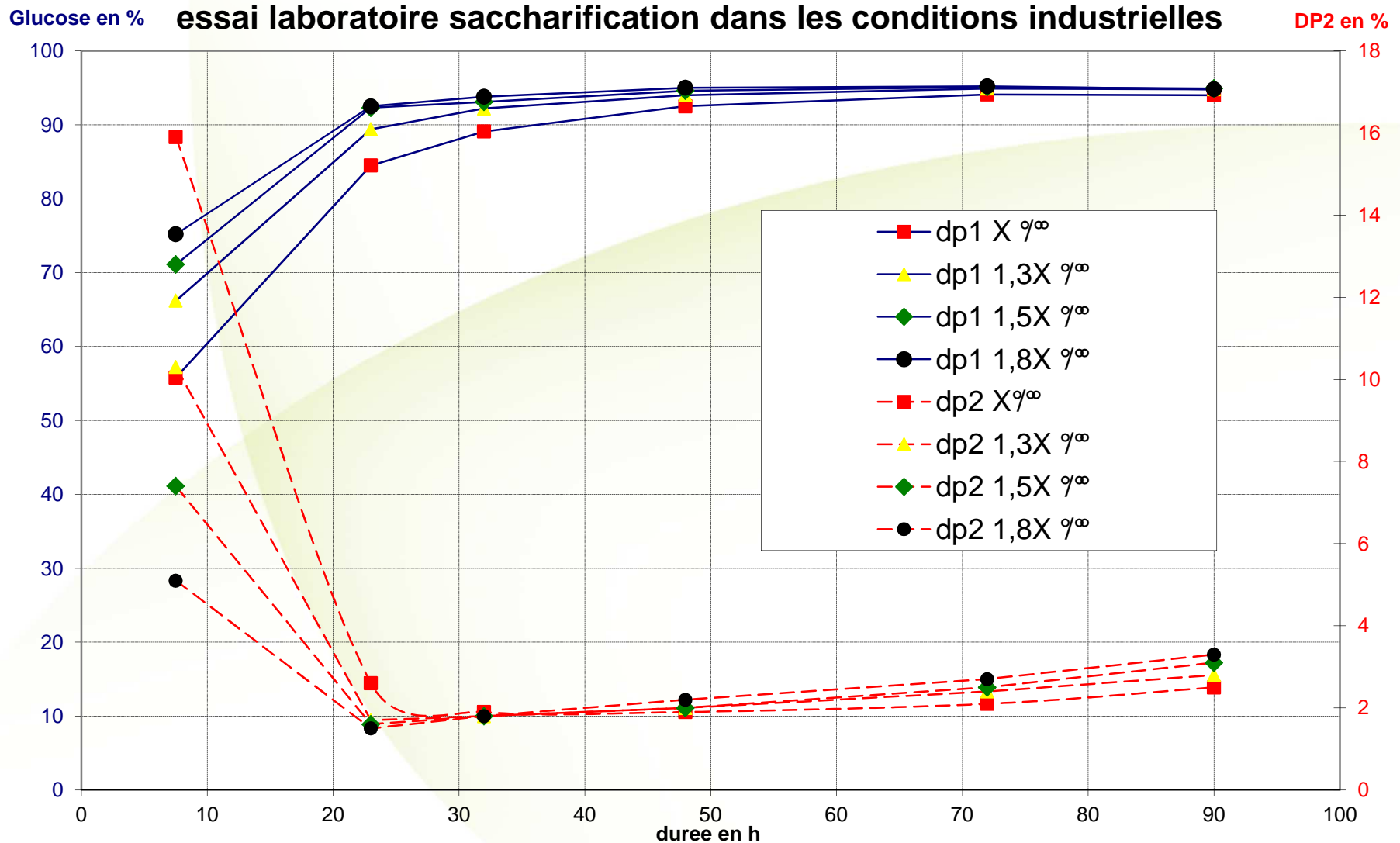
Glucose

+



Dextrines
limites

La saccharification : Cinétique de réaction hydrolysant



La saccharification : Enzymes de débranchement

Conditions de réaction enzymatique pullulanase

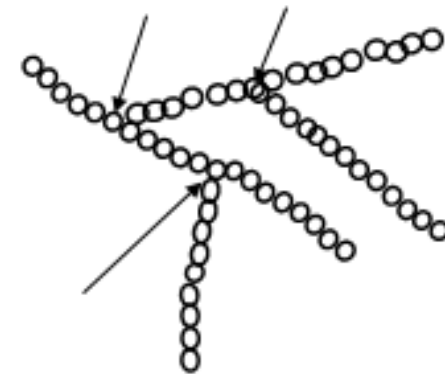
- En même temps que l'AMG
- pH = 4 – 4,5
- Température = 60 °C
- MS = 33%
- Quantité enzyme 1 ‰

Optimax L 1000 (Dupont)
Promozyme D2 (Novozymes)
Isoamylase (Amano)



Injectables

PULLULANASE



Notre exemple d'amidonnerie

5 000 T de maïs écrasées par jour

Amidon traité par les glucoseries

1500 T par jour

Pullulanase utilisée par jour

1 tonne

Un camion par mois

**QUELQUES
CHIFFRES**

- Le Groupe ROQUETTE
- Le métier d'amidonnier
- Le marché des enzymes
- L'hydrolyse de l'amidon

Les Enzymes plus spécifiques

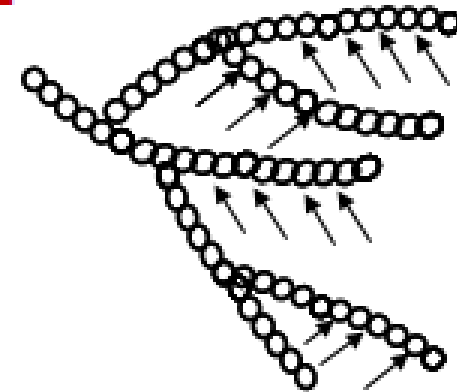
- Les sirops de maltose
 - Les sirops de Fructose
 - Les enzymes immobilisées
-
- Les enzymes produites en internes

Enzymes spécifiques : Sirop riche en Maltose

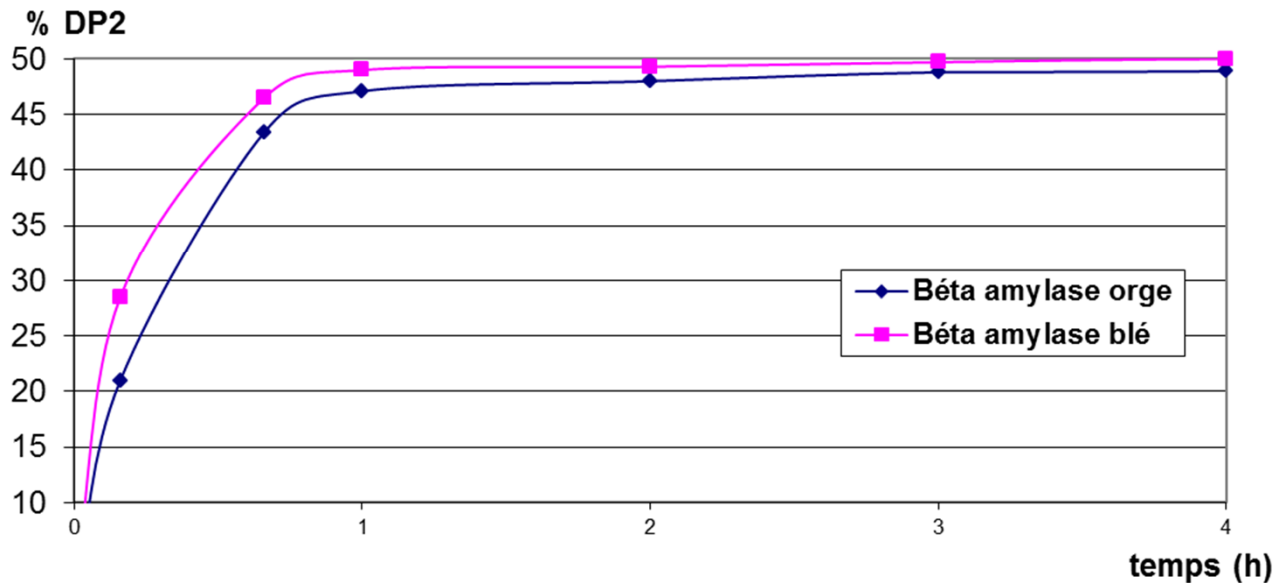
Conditions de réaction enzymatique β -amylase

- Amidon liquéfié DE= 4-5
- pH = 4 – 5
- Température = 50 °C
- MS = 33%
- Quantité enzyme 2 ‰

β AMYLASE



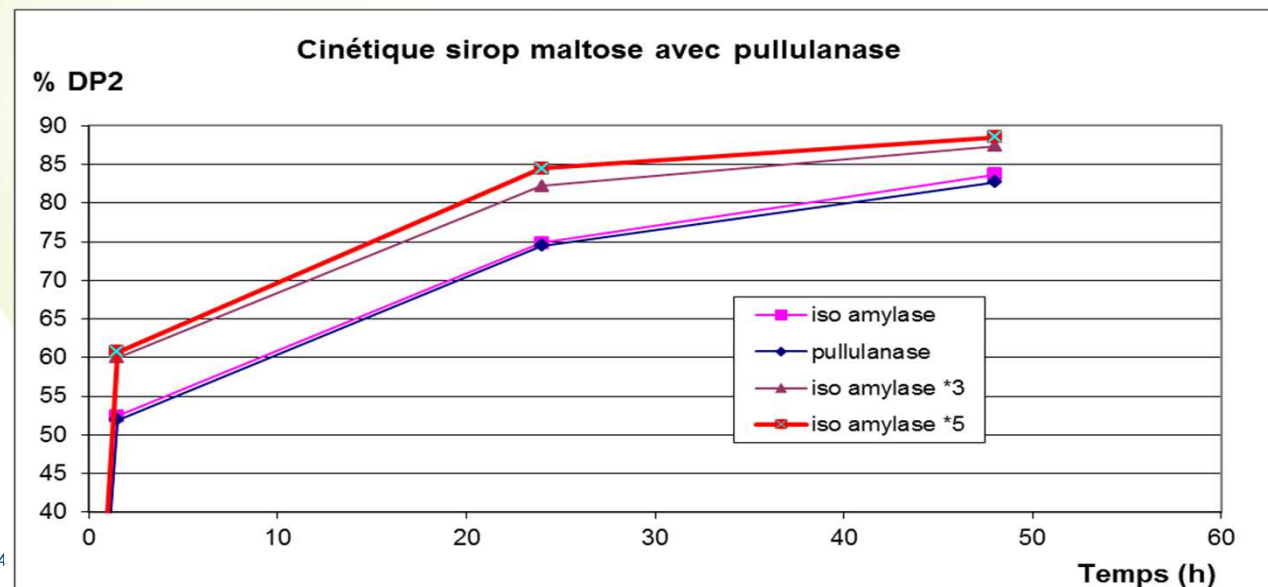
cinétiques béta amyloses seules



Enzymes spécifiques : Sirop à très haute pureté en Maltose

Brevet Roquette FR2769023 1997 et EP0905256 1998
Procédé de production d'un sirop riche en maltose
Brevet TOWA US5141859 1992

- ❑ Amidon liquéfié DE < 4
- ❑ MS = 30%
- ❑ Séquençage de réactions enzymatiques en série avec
 - ❖ Pullulanase ou isoamylase et β -amylase de blé
 - ❖ Puis maltogénase



Enzymes spécifiques : Glucose Isomérase

Conditions de réaction enzymatique Glucose Isomérase (GI)

- Matière première = hydrolysat 95DX
- pH = 7,5
- Température = 55 °C jusqu'à 60°C
- MS = 45%
- Mg²⁺ = 50 ppm

Gensweet IGI (Dupont)

Sweetzyme IT Extra (Novozymes)

Production d'Isoglucose connu sous le nom de sirop de Glucose-Fructose ou HFCS (terme US)

En 2017, l'EU libère le marché de l'isoglucose



Notre exemple d'amidonnerie

5 000 T de maïs écrasées par jour

Amidon traité par les glucoseries

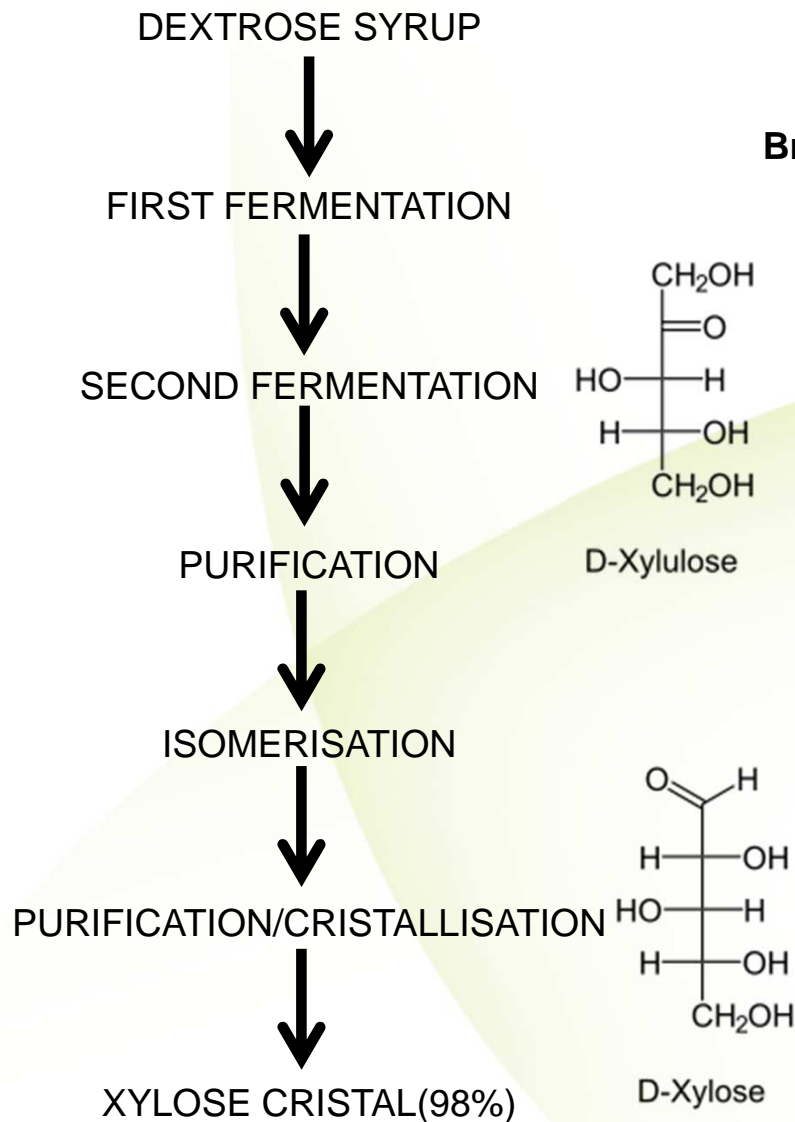
1500 T par jour

GI utilisée par an

50 – 100 T

**QUELQUES
CHIFFRES**

Enzymes spécifiques : Autre utilisation de la G.I.



Brevet EP0421882 B1 1990 procédé de fabrication de xylitol

Conditions de réaction enzymatique Glucose Isomérase

- Matière première = sirop de xylulose
- pH = 7,5
- Température = 50 °C
- MS = 45%
- Mg²⁺ = 50 ppm



Enzymes spécifiques : Immobilisation de maltogénase.

**Brevet FR2787807 Maltogénase immobilisée -
utilisation en sirop riche en maltose**

PROCEDE IMMOBILISATION

Maltogénase 4000L (Novozymes)

Support : résine XAD 761

- Amidon liquéfié DE < 4
- MS = 30%
- Réaction enzymatique en série avec
 - ❖ Pullulanase et β -amylase de Blé (WBA)
 - ❖ Puis maltogénase immobilisée

Sirop en entrée colonne immobilisée

Maltose = 82,4%, DP3 = 13,2%, DP1 = 1,5%

Sirop en sortie colonne immobilisée

Maltose = 90,5%, DP3 = 1%, DP1 = 6%

- Le Groupe ROQUETTE
- Le métier d'amidonnier
- Le marché des enzymes
- L'hydrolyse de l'amidon
- Les enzymes spécifiques

Les Enzymes auto-produites

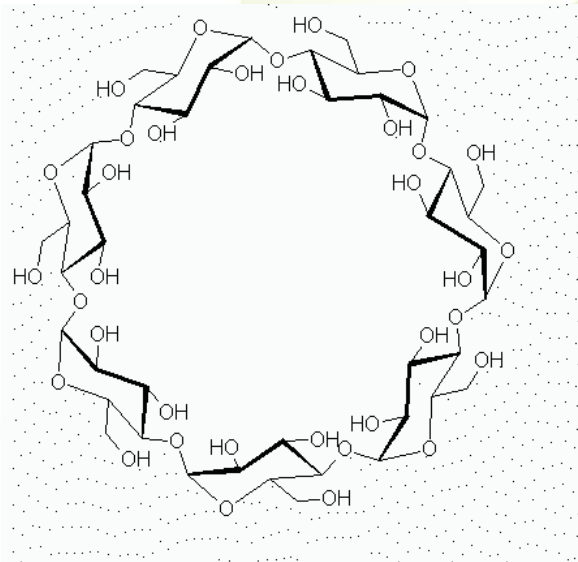
- La Cyclodextrine
- Autres enzymes ...

Enzymes produites : La C.G.T. ase

Enzyme production

Bacillus Circulans

CGtase



Amidon

LIQUEFACTION bas DE
pH 6.0 - 120°C - 17 min

Pullulanase

α amylase

2 - REACTION production βCD

50°C - durée = 15-20 hrs

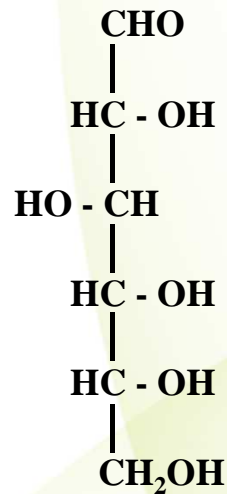
Surnageant

SEPARATION - DECANTATION

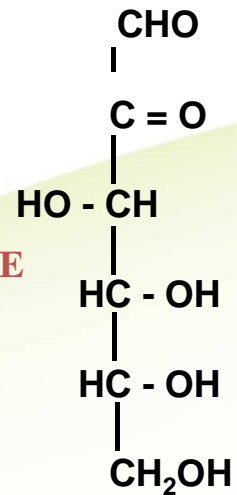
3 - PURIFICATION CRISTALLISATION

Enzymes produites : Futurs enzymes

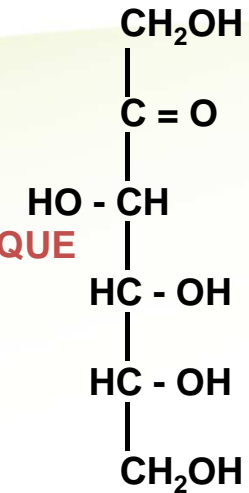
GLUCOSE



GLUCOSONE



FRUCTOSE



PYRANOSE OXYDASE

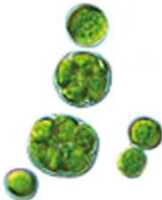
REDUCTION CHIMIQUE

Brevet FR2792939 1999 Procédé de préparation de fructose par hydrogénation de glucosone



ROQUETTE

Offering the best of nature™



**Merci
pour votre attention**

