

LES SUBSTRATS CARBONES INDUSTRIELS

L'utilisation des substrats carbonés en fermentation industrielle est guidée par plusieurs principes dont les principaux sont :

- La nature et les caractéristiques techniques du substrat
Ex l'éthanol ne peut être obtenu qu'à partir d'hexoses et de pentoses alors que l'acétone et le butanol peuvent être obtenus à partir d'hexoses et de pentoses
- Le prix et la disponibilité sont décisifs et déterminent la compétitivité du produit
On distingue pour cela 3 groupes de produits principaux

1^{er} Groupe : éthanol, levures, POU, acétone, butanol, fabriqués à grande échelle

2^{ième} : Acide glutamique, lysine, amylase, protéases, acide citrique, acide glutamique, acide lactique, pénicilline, tétracyclines, vit B12, fabriqués à l'échelle moyenne

la nature et les caractéristiques techniques : pureté, constantes sont importantes, le prix et la disponibilité sont déterminants

3^{ème} Groupe : Vaccin, alcaloïdes, enzymes purifiées, produits hormonaux, tel que insuline, interféron qui sont des produits en faible quantité

Pour ces produits la nature et les caractéristiques en particulier la pureté sont déterminants
Le prix et la disponibilité sont sans importance, les éléments décisifs sont au niveau de l'obtention de réactifs biologique (génie génétique) des techniques de fermentation, (vaccins antiviraux, obtenus par culture de virus sur cellules animales) les procédés de purification de contrôle, d'analyse activité biologique etc

Les problèmes de substrat carbonés concernent donc essentiellement les produits de biosynthèse du 1^{er} et 2^{ième} groupe

Les principaux substrats carbonés

1) Les grands substrats industriels utilisés à grande échelle :

- Les saccharose sous diverses formes
- L'amidon et dérivés
- Le lactose et lactosérum
- Le méthanol
- Les hydrocarbures

1) Les substrats secondaires

Cellulose, Algues..

1) LE SACCHAROSE

C'est probablement le substrat le plus utilisé en fermentation industrielle, c'est un produit essentiellement de la betterave

Dans le traitement industriel des betteraves on distingue les produits intermédiaires et finaux suivants :

					PRIX
- Le jus de diffusion	15 % de saccharose	et 1,7 % de Non saccharose			73%
- Le sirop	65% de «	5 % «			84 %
- Les égouts	70% de «	15 % «			
- La mélasse	50 % de «	34% «			40%
- Sucre blanc	100 % «	0 «			100 %

La composition moyenne du non saccharose :

- 7 % D'autres sucres (raffinose essentiellement)
- 40 % de matières azotées
- 16 % d'acides organiques non azotés
- 12 % autres

Le jus de diffusion est dilué donc il ne peut être conservé et doit être traité sans délai, il est fortement contaminé par les bactéries .

Le sirop produit concentré peut être conservé indéfiniment avec quelques précautions, la contamination bactérienne est nulle mais quelques levures et moisissures osmophiles peuvent s'y développer

Les égouts et les mélasses sont également des produits concentrés faciles à conserver ,la pollution bactérienne est faible. Les mélasses sont utilisées pour de nombreuses fermentations

Le sucre blanc se conserve indéfiniment en silo ,la pollution microbienne est nulle.

2) L' AMIDON :

Origine : Céréales , maïs, pomme de terre

On parle actuellement de véritable raffinage agricole car on procède aujourd'hui dans les amidonneries ,féculeries au fractionnement complet du blé, maïs, pomme de terre

En plus de la partie amyliacée on produit :

- des facteurs de croissance (extraits solubles de germe de maïs)
- des huiles végétales (antimousses)
- des concentrats ou isolats de protéines végétales : gluten de blé, albumine de pdt)

En fermentation industrielle, on peut utiliser :

a) Amidons natifs

L'amidon granulaire est mis en suspension à froid dans le milieu puis stérilisé ,cela aboutit à la formation d'un empoi visqueux. La viscosité est un obstacle majeur à l'utilisation des amidons natifs pour cela il est préférable d'utiliser des dextrans ou amidons fluides

b) Les dextrans et amidons fluides:

Produits obtenus par la transformation des amidons au moyen d'un grillage à sec en présence d'acide après stérilisation. Le moût de culture devient fluide jusqu'à 150 g/l

On effectue également des traitements acide en suspension dans l'eau à une température inférieure à la gélatinisation, on obtient des granules dont la viscosité est fortement diminuée tout en conservant la disponibilité biologique du produit

c) Amidons ou sucres liquides

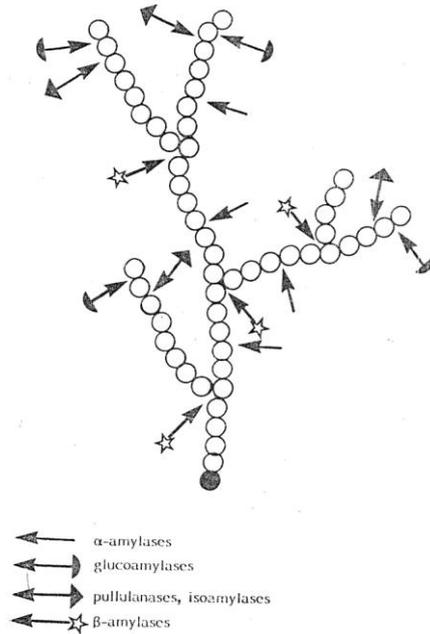
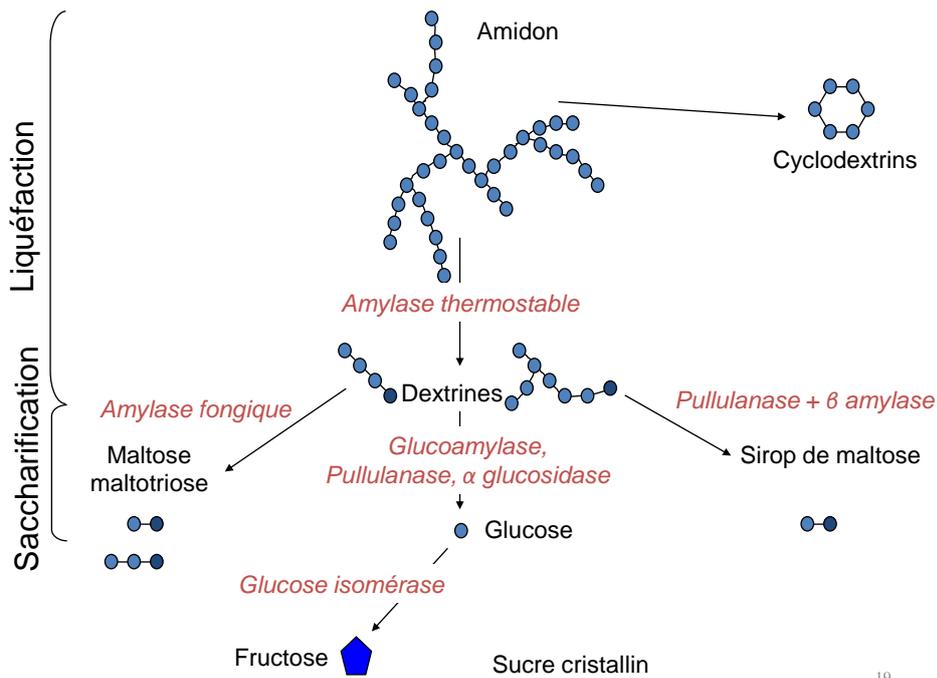


Figure IV₃₃ : Dégradation de l'amidon.

Aujourd'hui on dispose d'un large éventail de catalyseur biologiques (amylase, maltase, amyloglucosidase, pullulanase, cyclodextrinase, qui chacun par leur spécificités d'action conduite à la préparation de :

- maltodextrines : amidons prédigérés fabriqués par action de l' α amylase 15 à 30 % de dégradation
- Hydrolysats riches en maltose obtenus par hydrolyse à α et β amylases
- Hydrolysats riches en glucose par action des α amylases et amyloglucosidases
- Hydrolyse enzymatique totale nécessite l'ensemble de ces enzymes : on obtient des sucres liquides utilisés pour un très grand nombre de transformations biologiques



19

3) LE LACTOSE

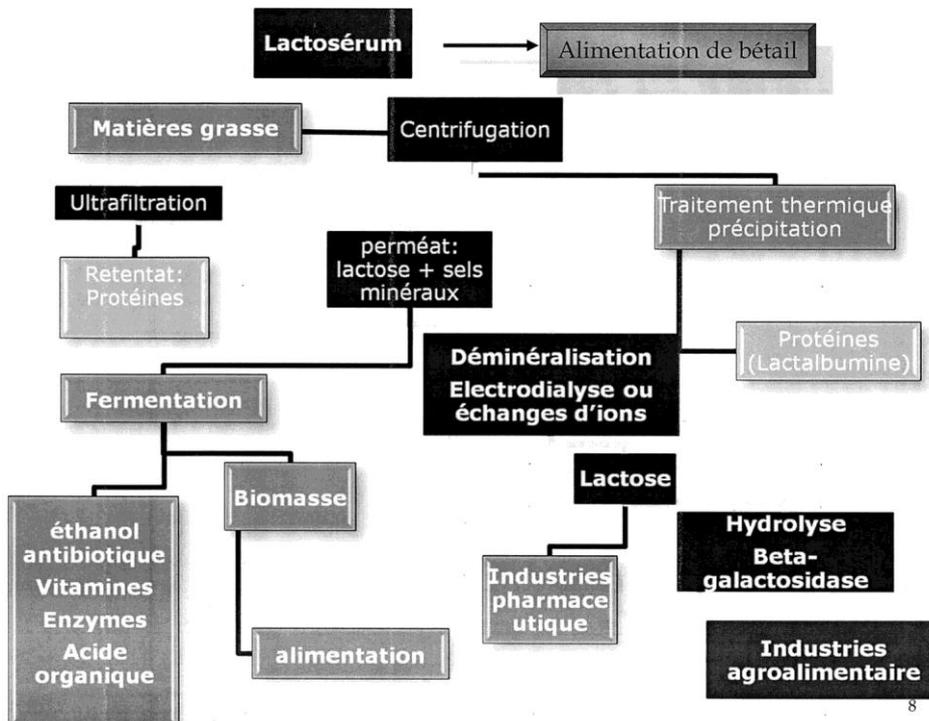
C'est un sucre rare dans la nature en dehors du lait, l'industrie fromagère produit la plus grande quantité de lactose sous forme de lactosérum

En fermentation il est essentiellement utilisé sous forme de levure et d'alcool

L'utilisation du lactosérum nécessite une déprotéinisation préalable par ultrafiltration, on obtient un jus lactosé et les protéines récupérés peuvent à leur tour être valorisées

Les protéines d'organismes produites unicellulaires à partir de lactosérum sont d'excellente qualité biologique et le rendement final est d'environ 50 % du lactose initial

La production d'alcool est sérieusement concurrencée par celle des alcools sur blé et alcool sur betterave



4) LES HYDROCARBURES

Les corps parafiniques : n paraffines (C12 à C18) obtenues à partir de gazoil ,elles doivent avoir les caractéristiques suivantes

Teneur en paraffines $\geq 99,5\%$ (C14 :21,52 , C15 :29,13%, C16 :25,13 % , C17 : 18,02

Teneur en aromatiques ≤ 50 ppm

Teneur en hydrocarbures cancérigènes ≤ 1 ppb

Densité (15°C) :0,774

Distillation = 250 °c

Le prix des n paraffines est directement lié à celui du pétrole

Les bactéries susceptibles de métaboliser les hydrocarbures : Pseudomonas, micrococcus, arthrobacter, corynebacterium, actinomycètes ..

Les levures : *Candida lipolytica*, *Candida maltosa*, *Candida paraffinica*, *Candida tropicalis*

Les principales productions à partir de N paraffines :

Protéines d'organismes unicellulaires avec *Candida lipolytica* sur n alcanes (BP des uniiités en Ecosse et en Sardaigne

Métabolites :

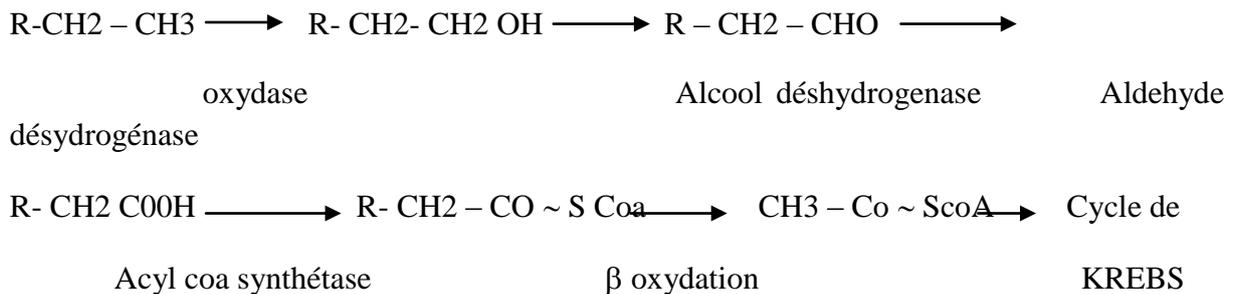
Acide glutamique par : *Corynebacterium hydrocarboclastus*, *Arthrobacter paraffineus*

Acide citrique et α cetoglutarique avec *Candida lipolytica*

Erhythritol par *Candida zeylanoides*

(Recherche dans ce domaine à L'IFP institut Français du pétrole)

Les principales voies métaboliques de dégradation des paraffines :

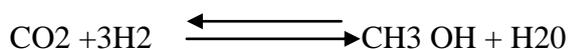
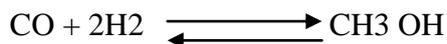


Les principales productions de métabolites à partir de N paraffines :

- faible solubilité dans l'eau d'ou desproblèmes de contact et d'agitation d'autant plus que ces molécules sont sans oxygène
- Elimination des hydrocarbures résiduels
- Existence d'un certain taux d'acide gras impairs surtout en C15 incorporés dans les T G et les Phospholipides cellulaires d'ou des problèmes de toxicité . Les POU sont destinés exclusivement à l'alimentation du bétail.

E) LE METHANOL : CH3OH

Composé à un atome de carbone



Densité (15°C) :0,792, Pureté 99,5 à 99,8 il est miscible à l'eau et incolore

Le prix du méthanol est directement lié à celui du gaz naturel, il faut environ 2,5 de méthanol pour produire une tonne de levure à 50 % de protéines

Les bactéries utilisant le méthanol : Ces micro-organismes peuvent être subdivisés en 2 groupes

* Méthylotrophes obligatoires qui se développent exclusivement sur des composés en C1 :méthane, méthanol, méthylène)

Ex : methylobacter, methylococcus, methylomonas, methylocystis, methylosinus

Chez les levures l'assimilation du méthanol s'effectue par une voie proche ou identique de celle du ribulose monophosphate des bactéries

Toutes les enzymes du catabolisme du méthanol sont induites chez les levures par la culture sur méthanol. En effet les activités spécifiques de la méthanol oxydase, du formaldéhyde déshydrogénase, et formate déshydrogénase sont pratiquement nulles sur les cellules cultivées sur le glucose ;

***Avantages et inconvénients du méthanol**

Il est toxique à partir d'une certaine concentration pour les M.O

Il est volatil et inflammable

Parmi les avantages : sa solubilité facilite le problème de transfert de masse, son prix est bas et il ne présente pas de résidus.