

La fabrication de la bière

Pour fabriquer de la bière, on fait germer de l'orge (maltage) puis l'on sèche les grains à chaud (touraillage), on les concasse, puis on les mélange à de l'eau. Le mélange de malt et d'eau (la maïsche) est chauffé progressivement (empâtage). Par filtration, on obtient le "moût". Ce moût est ensemencé avec des levures pour qu'il fermente. Le but de ce devoir est de comprendre l'action des enzymes dans ces différentes étapes successives.

Maltage

Pendant le maltage, l'orge développe des enzymes, enzymes qui permettent à la jeune plante de germer en puisant dans les réserves d'amidon et de protéines constituant la majorité du grain en les transformant en substances utilisables pour sa croissance. Le germe fabrique de l'amylase alpha, de l'amylase beta, ainsi que plusieurs protéases. L'amylase α détache une molécule de maltose de l'extrémité d'une chaîne d'amidon. L'amylase β coupe la chaîne d'amidon en fragments plus courts, non fermentescibles, les dextrines.

1. Pourquoi le grain en germination fabrique-t-il plusieurs enzymes différentes ?

Touraillage

Le touraillage stoppe la germination, car les différentes enzymes sont détruites à 77°C. Selon la méthode utilisée, on obtient des malts d'arômes et de couleurs différentes. Plus la température est élevée, plus la couleur du malt sera foncée. Les bières blondes sont obtenues avec un touraillage à 70°C (envoi d'air sec et chaud sur les grains germés pour obtenir du malt *crystal*). Les bières brunes sont faites en ajoutant à ce malt clair, du malt foncé (malt *caramel*) torréfié dans des cylindres tournants à 150°C. La température est alors suffisante pour convertir l'amidon en sucre, à l'intérieur même du grain puis en convertir une petite partie en caramel.

2. Pourquoi ne peut-on pas utiliser uniquement du malt caramel pour faire une bière brune ?

Empâtage.

Les principales enzymes intervenant lors du brassage sont les amylase alpha et amylase beta, ainsi que les protéinases. L'optimum d'action de l'amylase α se situe entre 67 et 72°C et un pH compris entre 5.3 et 5.7. L'optimum d'action de l'amylase β se situe entre 55 et 65°C et un pH compris entre 5.0 et 5.5. L'optimum d'action des protéases se situe entre 45 et 55°C et un pH compris entre 4.0 et 5.3. La qualité de l'eau utilisée pour faire la bière est très importante. Il faut utiliser de l'eau peu minéralisée, de pH un peu acide.

L'empâtage se fait en quatre paliers : le premier à 50°C environ, un second à 60°C environ, un troisième à 70°C environ, le quatrième vers 80°C.

3. Pourquoi procède-t-on par paliers successifs de températures croissantes ?
4. Que se passerait-il si on supprimait le premier palier, le second, etc... ?
5. Lors d'un des paliers, on fait un test à l'eau iodée, pour savoir s'il y a présence d'amidon, ou non. À quel palier et pourquoi celui-là ?

Fermentation

Il existe deux types de ferments : *Saccharomyces uvarum* qui produit une fermentation basse (les levures restent au fond de la cuve) à une température de 7°C à 11°C. L'action de ces levures de fermentation basse est souvent ralentie par l'alcool qu'elles produisent. *Saccharomyces cerevisiae* qui se reproduit très vite à une température plus élevée : entre 18 et 26 °C, qui sont moins sensibles à l'alcool. La levure se maintient à la surface du moût et forme une mousse épaisse pendant la période de la fermentation d'où le nom de fermentation haute.

6. Quelle hypothèse peut-on faire pour expliquer que la fermentation basse est inhibée par l'alcool formé ?

Maturex®L

Au cours de la fermentation, la valine (un acide aminé) est transformée en α -acétolactate qui, hors de la cellule, conduit à la diacétyle par décarboxylation. La levure absorbe ensuite la diacétyle et par décarboxylation, le transforme en 2,3-butanediol, un composé insipide. Ce processus met 2 à 5 jours à se faire, lors de la « maturation à chaud » de la bière.

La firme Novozymes commercialise une enzyme, l'acétolactatedécarboxylase (ALDC) sous le nom commercial Maturex®L.

La brasserie roumaine SC Martens SA, qui produit chaque année 300 000 hectolitres de bière se montre très satisfaite de Maturex. Pour Raymond Moureau, maître brasseur et responsable de la production, cette enzyme offre des avantages évidents : « Avec Maturex, nous produisons la bière en six jours au maximum, alors qu'il fallait compter jusqu'à 20 jours auparavant. Nous faisons de grosses économies, car le temps c'est de l'argent. En passant de 20 à six jours, nous avons divisé par trois le nombre de cuves et nos investissements. Et nous consommons beaucoup moins d'énergie. »

7. Pourquoi précisément Maturex®L permet de gagner du temps ?

attenuzyme.

La firme Novozymes commercialise également une enzyme nommée attenuzyme. Celle-ci permet de dégrader les sucres non-fermentescibles (dextrines) en glucose, ce qui permet d'obtenir une bière moins « calorique » (contenant moins de calories alimentaires) qu'une bière normale. En effet, de nombreuses personnes soucieuses de leur ligne ne veulent pas pour autant renoncer à la bière. Cela répond aux tendances du marché et aux attentes des consommateurs, qui sont de plus en plus demandeurs de bières légères, de bières à faible teneur en glucides.

8. à quelle étape de la fabrication de la bière doit on utiliser cette enzyme ?

D'autres bières.

Les apaches et les cheyennes faisaient de la bière de maïs, en Ouganda, on fait de la bière de bananes, au Zaïre de la bière de patates douces, en Asie, de la bière de riz. Les bières blanches sont faites avec un part importante de blé. Le dolo est une bière de sorgho, brassée au Burkina Fasso et au Mali.

9. Quelle caractéristique commune à toutes ces plantes font que l'on parle de bières ?

Au Pérou, les indiens fabriquaient de la bière de quinoa. Les femmes mâchaient une partie des graines cuites, puis crachaient les graines mâchées dans le reste de la quinoa cuite. Cela ne semble pas très appétissant !

10. Mais quelles raisons pouvaient donc justifier cette recette. Bien sûr les indiennes faisaient cela par empirisme, mais quelles explications scientifiques peut-on donner aujourd'hui ?

Question bonus : le Saké

Les japonais font une boisson alcoolisée nommée saké. Pour la fabriquer, on utilise un kilo de riz cuit, que l'on ensemence avec une moisissure, le Koji Kin. Après quelques semaines de moisissure, on ajoute 4 kilos de riz et de la levure. Le produit final de la fermentation donne une boisson qui titre 18 à 20 % d'alcool.

11. Quelles sont les ressemblances et les différences avec la bière, d'un point de vue enzymatique (se référer aux questions précédentes)