

ATHENEE ROYAL

JULES BARA

Projet sur la BIERE

**réalisé par les
élèves de 5e
et 6e
option sciences
fortes
et
géographie**

Manche Aurélie
Henrotte Line
A.R.J.B.

Histoire de la bière...



Histoire de la bière

Tout comme les sciences, la bière a suivi les traces des grandes civilisations...

1) Premières découvertes : Mésopotamie et Babylonie.

La Mésopotamie, cette région entre le Tigre et l'Euphrate, actuellement l'Irak, serait, aux dires des archéologues, le berceau de la bière. C'est dans cette région que l'on a découvert le plus ancien village d'agriculteurs connu : celui de Jarmo, vieux de 9000 ans. Les habitants cultivaient l'orge et deux espèces de froment. Ils utilisaient de la vaisselle de pierre, des poteries en forme de jatte, des outils de silex, des meules de granit et des fours en brique. Conditions et moyens techniques étaient donc réunis pour la fabrication de la bière. Sur une paire de tablettes d'argile le "Monument Blau" conservée au British Museum et datant d'environ 3000 ans av. J.C, la bière est mentionnée entre 10 chevreaux et des mesures de grains dans une liste d'offrande à la déesse Nin Harra (Nin Harra : déesse sumérienne de la fertilité). Cette première boisson fermentée à base de céréales s'appelle la sikaru (qui vient de sikar en hébreux qui signifie l'ébriété). Sur ces tablettes, on voit des figures de personnages portant le grain à germer à ébullition et d'autres, occupées à refroidir la décoction.

Les Babyloniens (qui habitaient la partie inférieure de la Mésopotamie) ont appris la science de l'agriculture et de la brasserie des Sumériens. Une loi pour les métiers de la brasserie et de l'hôtellerie, éditée par le roi Hammourabi, comprenant 360 paragraphes et prenant modèle sur les Sumériens, est à ce titre très instructive. (Hammourabi : le plus illustre des rois de Babylone, 1792-1750 av. J.C. Hammourabi fut à la fois un grand conquérant et un grand administrateur. Il nous est connu grâce à son abondante correspondance diplomatique et administrative. Il a réalisé l'exploit d'unifier sous son sceptre une Mésopotamie profondément divisée depuis près de trois siècles). Voici quelques extraits de ce fameux code qui établit les lois pour le commerce mais également pour la bière : **"Les brasseurs de mauvaise bière, par exemple trop diluée, seront noyés dans leur propre bière, et ceux qui font et vendent de la bière impure doivent la boire jusqu'à ce que mort s'en suive. Celui qui fait payer sa bière en argent et non en orge, ou qui vend cher une bière de faible qualité, sera noyé. Un prêtre surpris dans un débit de bière sera brûlé..."** Les teneurs en épices et le prix de la bière étaient strictement réglementés.

Sous le dernier grand roi de Babylone, Nabuchodonosor II , (605-562 av. J.C), les brasseurs apparaissent comme une organisation industrielle. Ils avaient la place d'honneur dans la procession en l'honneur du dieu Marduk (Marduk signification littérale "taureau jeune du soleil," le fils de l'Ea, {qui est la divinité sumérienne de l'abîme, de la sagesse, déesse des eaux douces}, est apparemment le dieu de la magie et des incantations, et peut-être le dieu de l'océan,), qui est tenu pour le dieu babylonien le plus important. Les brasseurs, avec les maîtres de la corporation à leur tête, étaient les seuls laïcs du cortège. Ils avaient le privilège de pouvoir tirer le char du dieu le plus ancien du panthéon babylonien, Anu (Dieu du ciel).

La bière n'était pas pour les Babyloniens seulement apport de gaieté ou briseuse de soucis, mais aussi une part importante de l'alimentation par le fait qu'elle était fabriquée, comme chez les Sumériens, à partir de galettes de pain (quasiment identique à la fabrication égyptienne → voir plus loin).

De plus, à Babylone, sous le règne de Nabuchodonosor, la fille de l'eau et des céréales était célébrée pour ses vertus médicinales. La Déesse de l'orge et de l'épeautre, Ninurta, et celle des boissons à base de grains, Nidaba sont invoquées pour leur pouvoir de guérison. En effet, le breuvage fermenté soigne les lésions cutanées et combat le choléra.

Environ au 6ème siècle av. J.C, il y avait de grandes brasseries à Babylone qui fabriquaient une vingtaine de sortes de bières différentes : 8 bières d'orge, 8 d'épeautre, 4 mélangées... Certaines étaient exportées jusqu'en Égypte.

Le matériau principal pour la fabrication de la bière était l'orge. La bière de l'époque n'est bien sûr pas à comparer avec la bière actuelle. Par exemple, le goût était rehaussé par du miel et autre épices, et comme les céréales restaient dans la boisson, celle-ci était trouble. Pour ne pas avoir les résidus dans la bouche en buvant, les Babyloniens utilisaient des pailles en plante ou en os d'animaux, garnis en bas de petits tamis.

Le brassage était une activité tellement bien considérée, que ceux qui avaient la faveur de pouvoir le pratiquer, étaient dispensés de bien des obligations, entre autre du service militaire.

2) En Egypte : Ramsès II et Alexandrie.

De la Mésopotamie, la bière parvint en Egypte. Les pharaons, bâtisseurs de pyramides, étaient aussi de fameux brasseurs.

On a retrouvé dans la tombe de Ramsès II des gobelets en or qui n'avaient rien à envier aux fameux cruchons bavarois, car ils avaient une contenance de pas moins de 3,5 litres ! Autres vestiges plus anciens, les premiers verres soufflés de Thèbes datent de cinq mille quatre cents ans environ.

D'origine divine, la bière bénéficiait de la double protection d'Isis, déesse de l'orge, et d'Osiris, patron des brasseurs. Elle était tout d'abord une boisson d'offrande religieuse liée aux cérémonies funéraires, comme le révèle « le livre des morts »(3300 av. J.C) où le dieu Atoum (Atoum : lorsqu'il incarnait le soleil couchant, il avait les traits d'un vieillard, et il devenait serpent au moment du voyage dans l'au-delà. C'est donc sous la forme d'Atoum que l'astre solaire regagnait le domaine invisible, parcourait le monde nocturne et se préparait à renaître. En incluant un dieu créateur dans le cycle solaire vieillissant, on y place l'amorce du cycle suivant. Ceci explique pourquoi Atoum désignait le soleil couchant, ce qui peut sembler paradoxal pour un dieu créateur.) déclare: « **Je siège sur mon trône,... Je reçois les offrandes de mes autels, je bois à des cruches de bières à la nuit tombante** ».

Elle devint par la suite une boisson d'accueil (parfumée au cumin et au safran, ou sucrée par des dattes ou du miel) mais également une valeur économique, utilisée comme monnaie d'échange ou de paiement des salaires. Le Papyrus d'Ebers, 1 500 ans av. J.C, rappelle les utilisations de la bière en médecine où elle est utilisée comme ingrédient dans diverses préparations. En effet, ses usages thérapeutiques s'appréciaient. La bière traitait notamment les anémies (grâce à sa richesse en vitamine B) et les dames de la noblesse employaient même sa mousse pour entretenir la fraîcheur de leur teint.

Cette boisson se nommait le zythum (ZYTHUM: ou ZYTHON n m vient du grec zythos : bière, nom donné par les archéologues du XIXème siècle à la bière fabriquée dans l'Egypte pharaonique avec de l'orge fermentée).

La dégustation de ces bières sumériennes ou égyptiennes, nécessitait tout de même quelques précautions. Légèrement alcoolisées de l'ordre de 2 à 3 degrés d'alcool, leur pH acide inférieur à 4,5 permettait d'éviter tout développement de microbes pathogènes dangereux. Cependant, ces "bières" comportaient des éléments flottants, paille venant des différents ingrédients ou grumeaux en suspension, aussi fallait-il les boire avec un chalumeau au bout duquel un capuchon métallique percé faisait office de filtre.

Les techniques de fabrication de ce « vin d'orge » utilisées à l'époque, décrites sur des fresques de monuments et sur des papyrus, consistaient à broyer en farine les céréales (orge, millet, épeautre,...) puis, additionnées d'un peu d'eau, à former des pains avant d'être cuites au four, permettant ainsi de les conserver et de les transporter. Les pains d'orge étaient émiettés, mouillés dans de l'eau contenant des dattes et du miel et on laissait fermenter le tout pendant plusieurs jours. La pâte était ensuite pétrie, avant de l'égoutter dans des paniers placés au-dessus de jarres.

Les noms les plus fréquents, pour la bière ainsi obtenue, étaient zythum et curmi.

Alexandrie, fondée sur les bords du Nil par Alexandre le Grand, était au début de notre ère le centre de fabrication de la bière.

A cette même époque... à l'autre bout du monde, les Chinois connaissent également la bière et sont, techniquement, bien plus avancés que les civilisations se trouvant sur les bords de la Méditerranée. Le tsiou, comme ils l'appelaient, était une boisson à base de millet, bien clarifiée et ayant achevé sa fermentation. Il ne s'agit déjà plus de pain liquide, traduction du nom donné par les Egyptiens à cette substance, mais d'une liqueur enivrante.

3) Romains, Germains, Celtes et Grecs.

Les civilisations grecques et romaines n'accordèrent pas la même faveur à la bière que les Egyptiens qui la leur avaient fait connaître. Elles vont être les premières cultures à se détourner de la bière, au profit du vin, symbole du sang du Christ dès le début de la chrétienté.

C'est pourtant sous l'influence de Rome que la bière fut introduite dans la péninsule ibérique, qui sera l'origine de la diffusion de la bière en Gaule. En effet, la bière était utile pour étancher la soif des légionnaires romains. Dionysos n'est devenu le dieu du Vin qu'après avoir régné en tant que Sabazios, le dieu archaïque de la bière.

Les Germains l'adoptèrent au Ier siècle avant notre ère. Ils la fabriquaient avec de l'orge, du froment ou de l'avoine maltés et l'aromatisaient avec du miel ou du gingembre. Ils en transmièrent l'usage aux pays du Nord, qui en firent leur boisson exclusive dès le IIIe siècle ap. J.C.

A propos des Bataves, les ancêtres des Hollandais, on prétend que leur plus grand idéal était de perdre leur femme au jeu et de boire de la bière au Walhalla dans les crânes de leurs adversaires vaincus.(Walhalla : sorte de « paradis » pour les guerriers morts au combat. D'après la mythologie germanique, la fin des temps serait un immense combat d'où nul ne

reviendra. Les guerriers du Walhalla auront l'honneur de combattre et de mourir définitivement pour leurs dieux).

A l'époque, on ne parlait pas de bière, mais de cervesia ("cervoïse"). Ce terme évoquerait la *Ceresis vitis* ("vigne de Cérès") et ferait référence à la légende selon laquelle Cérès, déesse des moissons et des céréales, aurait découvert la boisson et en aurait fait bénéficier les peuples dont les terres ne se prêtaient pas à la culture de la vigne. La cervoïse était une infusion d'orge germée, parfois additionnée d'avoine, de seigle ou de blé. Mais, sans l'apport du houblon, elle n'avait pas le caractère amer, donc très désaltérant, de notre bière, d'autant plus qu'elle possédait un degré d'alcool bien plus élevé que le nôtre.

Aux Gaulois revient le mérite d'avoir inventé le foudre et le tonneau en bois. Le premier était réservé à la fermentation et à la maturation, le second à la conservation et au transport. (le foudre : autre terme pour fût. Le foudre est généralement de grande capacité et de forme ovoïde).

4) Durant le Moyen Age...

A côté des brasseries des abbayes moyenâgeuses, qui employaient d'ailleurs contre rétribution une importante main-d'œuvre laïque, on vit se développer petit à petit dans toutes les communes d'autres petites brasseries. Un des plus anciens documents que l'on connaisse au sujet de la brasserie, est une charte donnée en 1068 par Théoduin, Evêque de Liège, aux brasseurs de Huy. Déjà en 1366, l'ancienne brasserie Den Horen à Louvain, qui devint plus tard la brasserie Artois, payait des accises aux autorités de la ville.

Ce n'est qu'au début du XIV^{ème} siècle, qu'on vit apparaître les corporations et les guildes (ce terme désigne les associations de marchands ou d'artisans qui se regroupèrent au Moyen Age dans le but de défendre leurs intérêts et de se porter secours mutuel). Au XV^{ème} siècle, les guildes de brasseurs formaient de riches et importantes associations dans diverses régions du pays flamand ; les plus puissantes étaient celles de Bruxelles, Louvain, Hoegaarden, Anvers, Diest et Audenarde.

Pour les princes, qui devaient tenir compte de la formation de ces guildes, la fabrication de la bière était une source importante de revenus. La levée d'impôts sur la bière est aussi ancienne que la fabrication de la bière elle-même. Dans la principauté de Liège, les taxes sur la bière servaient à l'entretien des remparts de la ville.

Des villes comme Diest et Louvain doivent leur prospérité à l'époque à la bière. C'est à cette période que furent ébauchés à Diest les premiers règlements qui, quelques siècles plus tard, devinrent des lois. C'est ainsi que fut fixé en 1563 le poids officiel de grains devant être utilisé pour la fabrication de la bière.

Les guildes de brasseurs étaient tenues en haute estime par la population, surtout à l'occasion de festivités, où elles faisaient de larges distributions de bière ! Les oeuvres de maîtres flamands comme Teniers, Breughel, Jordaens et Brouwer apportent des témoignages de ces fameuses fêtes, où la bière ne manquait jamais.

Le brassage sous cette empreinte corporative s'est traduit par la fabrication de nombreuses bières locales typiques, répondant au goût de la population de l'endroit. Seules les villes à caractère plus international comme Bruges, Anvers, Gand et Louvain, dont

certaines ne faisaient pas partie de la Ligue Hanséatique importaient des bières de la Baltique. (La Hanse ou Ligue Hanséatique désignait, au Moyen Age, une grande ligue commerciale, qui prit naissance en 1241 par le traité formé entre Hambourg et Lubeck dans le but de protéger leur commerce contre les pirates de la Baltique et de défendre leurs franchises contre les princes voisins).

Tout comme maintenant, les produits importés, très chers, étaient soumis à des droits de douane. Il n'y avait pas beaucoup de villes qui ne levaient pas de droits d'accises sur la bière, ce qui ne la rendait évidemment pas meilleur marché. Ainsi les bourgeois s'en allaient boire leurs bières en dehors de la ville. Il est connu que les Anversois s'en allaient le dimanche à Borgerhout ou à Bechem pour y déguster leur verre de bière à meilleur compte.

Il est évident que l'on buvait énormément de bière. S'il y avait eu à l'époque des comparaisons statistiques, Anvers, au temps de Rubens, aurait certainement dépassé les autres villes avec une consommation annuelle de 450 litres par habitant, ce qui équivaut à 1.25l de bière par jour et par habitant ! Il faut cependant ajouter que la bière était beaucoup moins alcoolisée qu'aujourd'hui. Les ouvriers de brasserie recevaient en plus de leur salaire, une ration journalière de trois à quatre litres.

Avec le succès, les appétits augmentent. De la renaissance au XVIIIème siècle, la fabrication de la bière est codifiée, réglementée... et fiscalisée! En 1693, Louis XIV vend, sous forme de charges héréditaires, le monopole de sa fabrication.

5) La Révolution française et ses suites

La Révolution Française (1792-1794) porta aussi en Belgique de rudes coups aux couvents. Les Pères furent chassés, beaucoup de couvents furent détruits et la fabrication de la bière connût une fin brutale. Cette période vit aussi des mutations répétées entre les administrations françaises et autrichiennes. En 1790, les Etats Généraux avaient proclamé l'indépendance des Etats-Unis de Belgique, mais les Autrichiens revinrent pour être à leur tour chassés par les Français deux ans plus tard. En 1793, les Autrichiens occupèrent à nouveau les régions, mais en 1794, les Français annexèrent définitivement la Belgique. Les corporations et les guildes furent dissoutes.

La conscription et l'interdiction de pratiquer la religion catholique furent à l'origine de la guerre des Paysans. Napoléon mit fin à cette période troublée et restaura la vie économique. Les brasseries eurent à nouveau le vent en poupe et les brasseries locales se développèrent en de véritables entreprises.

1880 fut sans conteste une année très importante dans l'histoire de la bière : elle inaugura le passage de la fermentation haute à la fermentation basse.

Découvertes scientifiques et progrès technologiques vont se succéder en quelques années. Alors que les bières dites de fermentation haute sont brassées entre 15 et 20°C, les Tchèques de la ville de Pilsen inventent une bière de [fermentation basse](#), élaborée entre 7 et 12°C, particulièrement dorée et limpide, qui se fera connaître sous le nom de [Pils](#). Procédé nécessitant des moyens importants de réfrigération que le développement des transports permit aux brasseurs de faire venir : neige et glaces des montagnes furent conservées dans des caves-glacières.

Une machine à vapeur utilisée dès 1830 par Gabriel Sedlmagr dans sa brasserie Spaten à Munich, permet d'augmenter la production tout en obtenant une plus grande précision de température. Les nouvelles sortes de levures, nécessaires à la fabrication de ce type de bière naissant, parvinrent à la Bürgerliches Brauhaus à Pilsen, où on en intensifia la culture. C'est par l'Allemagne que ce type de pils arriva dans nos régions. Vers cette époque, intervint une autre modification importante: grâce aux découvertes du grand savant français Louis Pasteur, il était devenu possible de conserver les aliments et les boissons au moyen de la pasteurisation.

En 1876, furent fondées à Paris et à Berlin, des écoles de brasserie qui tenaient compte dans leur enseignement des publications de Pasteur.

En 1892, fut ouverte à Gand la St-Lievens brouwerijscool (école de brasserie de Louvain) qui devint en 1930 la première école de langue néerlandaise pour les futurs brasseurs. La même année, on inaugura à Bruxelles une école pour les industries de la fermentation.

6) Période de 1900 à 1914.

A la fin du XIXème siècle, la Belgique comptait environ 3200 brasseries. Il n'y avait pas une ville ou une commune qui n'en possédait pas plusieurs. Certaines villes en avaient même une vingtaine.

Dans les villes mais aussi dans les villages, les brasseurs faisaient partie, grâce à leur position et à leur aisance, mais surtout grâce à leur fortune, de la classe des notables, tout comme le docteur, le curé et le notaire. C'est aussi la raison pour laquelle le brasseur était très souvent bourgmestre. Ces brasseurs conjuguèrent le matin le métier de brasseur et l'après-midi (très souvent le soir aussi) celui de « commis-voyageur ». Les visites qu'ils faisaient aux auberges étaient soigneusement repérées par une foule de joyeux buveurs car un brasseur bien-né ne rechignait jamais à offrir une tournée générale, ou du moins c'est ce que l'on attendait de lui.

Pour les petits brasseurs, l'exploitation était loin d'être toujours rentable. Très souvent, ils étaient en même temps aubergistes ou cultivateurs. Les frais de distribution étaient ainsi escamotés et ils produisaient eux-mêmes leurs matières premières.

On brassait pendant l'hiver : les installations frigorifiques n'existaient pas encore et en été, le risque que la bière se gâte était trop grand. Les brasseurs jouaient aussi les mécènes à l'occasion de nombreuses festivités : ils n'auraient pas osé refuser leur contribution de peur que leur bière ne soit boycottée. C'est ainsi que certains d'entre eux évoluèrent vers le métier de banquier ou de financier.

La période 1914-1918 porta un coup mortel aux brasseries locales. Les familles de brasseurs, furent dispersées à la suite de la mobilisation. Il s'en suivit un manque de personnel, encore aggravé par la réquisition du matériel par l'occupant (surtout le cuivre). Les véhicules et les chevaux de trait n'y échappèrent pas non plus. Il va sans dire que beaucoup de brasseries durent fermer leurs portes.

Les brasseurs qui étaient parvenus à traverser la tourmente, se retrouvèrent néanmoins après la guerre, devant une tâche presque insurmontable, à cause du manque de matières

premières. Des organisations centrales furent mises sur pied afin d'assurer l'approvisionnement. Malgré tous leurs efforts, les stocks restaient rares et insuffisants pour couvrir la demande.

Tout ce qui pouvait servir serait utilisé dans les brasseries, toutes les sortes de grains, les cosses de petits pois, les fèves, les betteraves... D'après la qualité du bois, chêne ou châtaignier, car c'était le bois qui intéressait les Allemands, les fûts étaient payés environ 17 francs la pièce.

Une des conséquences de la première guerre mondiale fut la disparition de plus de la moitié des brasseries en Belgique. Une fois la guerre terminée, beaucoup de brasseurs n'eurent pas le courage de reprendre leurs affaires. Par contre, ceux qui retroussèrent leurs manches, mécanisèrent leur entreprise. D'autres encore, choisirent de s'associer entre eux. Ce fut là la raison de l'apparition de quelques grands complexes de brasseries.

La distribution posa de très gros problèmes au sortir de la première guerre mondiale, mais l'imagination des brasseurs était sans borne. Ils achetèrent les mulets de l'armée anglaise. Les bêtes étaient robustes, elles se contentaient de la moitié de la ration d'un cheval et elles vivaient plus longtemps. On les a vues circuler dans la région d'Alost jusque vers 1930. Actuellement, les fusions d'entreprises ne nous étonnent plus, c'est devenu monnaie courante, mais cela se pratiquait déjà dans les années vingt.

En Belgique, le procédé de la fermentation basse (la levure entre en activité à environ 7°C et se précipite au fond de la cuve) gagna de plus en plus de terrain.

7) L'entre deux guerres

Dès 1927, 150 brasseries s'étaient recyclées. Les brasseurs qui pratiquaient la fermentation haute se virent délaissés par leur clientèle et durent se reconvertir en dépositaire de leurs collègues qui avaient évolué avec leur époque. Cela n'empêche qu'un certain nombre de brasseries firent front et tentèrent de sauver ce qui pouvait l'être, même si elles n'étaient pas équipées pour la fermentation basse. Elles se sont consacrées à la préparation de bières spéciales de fermentation haute, mais malgré leurs efforts désespérés, le chiffre d'affaire continua à baisser. Les coûts élevés des investissements ne firent que précipiter ce déclin.

C'est surtout dans la région bruxelloise que les grosses brasseries, ainsi que celles de moyenne importance, furent particulièrement florissantes mais elles disparurent cependant les unes après les autres.

C'est de cette époque que date la campagne publicitaire de grande envergure lancée par Artois (1926) pour sa nouvelle Stella. Tous les cafés ayant un débit suffisant furent contactés, spécialement ceux aux environs des gares. La bière était toujours soutirée au tonneau, les installations frigorifiques étaient bien entretenues, de sorte que la bière était toujours servie bien fraîche.

8) Période de 1940 à 1945

La misère commença avec le rationnement des denrées alimentaires en 1940. Le riz et le maïs étaient les produits importés qu'on ne trouvait plus sur le marché et l'orge indigène s'en allait pour la plus grosse part chez l'occupant.

Une des premières contraintes consista en l'obligation de remettre au cafetier un ticket de pain si on voulait boire une chope. Comme le pain était lui-même tout aussi rare, cette mesure ne donna pas grand-chose. On ne pensait pas encore à ce moment à réduire la production, parce que cela aurait risqué de créer du chômage.

De jour en jour, l'approvisionnement se fit toujours plus difficile et il fallut bien se rendre à l'évidence que les brasseries ne pouvaient maintenir leur niveau de production. La clé du problème tenait dans une question : quelles matières de remplacement et à quel prix ? Mais avant tout, il fallait servir au consommateur une bière présentable. L'ingéniosité prit le pas sur l'indécision. Au lieu du malt ordinaire, on utilisa des sortes de malt ayant un goût aromatique plus ou moins prononcé.

La brasserie Gève à Braine-l'Alleud fut la première à préparer de la réductose, un glucide se transformant en un sirop épais lorsqu'il est chauffé (en milieu alcalin). Cette réductose fut l'une des matières premières ayant servi à la préparation de la bière pendant la guerre.

Les betteraves, riches en glucides, constituèrent un autre « Ersatz ». Officiellement, on ne pouvait utiliser que les betteraves fourragères, mais dans la pratique, on employait aussi des betteraves sucrières. Les malteries les fournissaient coupées en fines tranches. Du point de vue technique, leur utilisation posait bien quelques problèmes, mais par contre les betteraves assuraient une meilleure tenue de mousse, ce qui n'était pas sans déplaire aux vrais buveurs de bière.

Il y avait du houblon en suffisance. Pour améliorer le goût de la bière, on y ajouta des aromates tels que de la gentiane, des fleurs de camomille, des graines de coriandre et même des pelures de citron et d'orange. Une bière foncée donne l'impression d'être plus forte : c'est pourquoi on y ajoutait fréquemment du sucre caramélisé.

Les bières de fermentation haute connurent à cette époque un regain de succès, non seulement à cause de leur aspect, mais aussi en raison de la plus grande diversité de goûts. La fermeture des bouteilles posa aussi un problème, car il n'y avait plus ni liège, ni acier pour la confection des capsules. Le liège fut remplacé par du carton recouvert de papier. Certains grossistes qui disposaient encore d'une installation d'embouteillage, se mirent à rassembler des capsules usagées. Après avoir été remises en forme sous une presse, elles pouvaient servir à nouveau, mais ce n'était pas la solution idéale.

En 1941, les forces d'occupation ainsi que les « Corporations » récemment constituées, instaurèrent une consignation obligatoire. C'est ainsi que l'on peut encore voir sur des casiers datant de l'époque, la mention « garantie 1941 ».

Le matériel consigné devait être facile à reconnaître. Certains brasseurs remettaient un bon lors du paiement, d'autres collaient des étiquettes spéciales sur leur casier. D'autres encore eurent l'idée de plomber les bouteilles, mais ce système s'est avéré peu pratique, car beaucoup de plomb se détachait lors du rinçage et restait dans la machine à rincer.

Comme le carburant manquait évidemment aussi, les transports devinrent de plus en plus aléatoires et les petits clients, ainsi que ceux situés trop à l'écart ne furent plus approvisionnés régulièrement. De nombreux brasseurs se sont débrouillés avec des voitures à cheval et ceux qui avaient encore un camion devaient le faire marcher au gazogène.

Durant ces années, les brasseurs étaient submergés par les formalités administratives : il leur fallait régulièrement remplir une quantité de listes et d'états. Chaque mois, ils recevaient une carte de brasserie et un certain nombre de bons, au moyen desquels ils pouvaient acheter leurs matières premières : les versements de 1938 servaient de base aux attributions. Et c'est ainsi qu'ils traversèrent, tant bien que mal, les années de guerre.

9) L'après-guerre

Les séquelles de la deuxième guerre mondiale ne furent pas moins graves dans le secteur de la brasserie que dans bien d'autres branches d'activités. Nombre de brasseurs locaux n'eurent pas le courage de redémarrer leur entreprise après ces misérables années de guerre, faites de disette et de soucis. Surtout pendant les dernières années de guerre, il n'avait plus été question réellement de préparer de la bière et celui qui voulait s'y remettre aurait dû pratiquement repartir de zéro. De plus, l'investissement en appareillage moderne exigeait un solide apport de fonds.

En 1946, la Belgique comptait encore 775 brasseries : maintenant il n'en reste plus que 120. Ces quinze dernières années ont vu les fusions et les regroupements se multiplier, comme d'ailleurs dans beaucoup d'autres branches de l'industrie, aux dépens de petites entreprises, mais sans, toutefois, porter atteinte à la structure familiale qui est de tradition séculaire dans ce secteur. Les grandes entreprises ont pris une importance encore plus grande, tant en accentuant la vente de leurs produits et leurs exportations, qu'en absorbant les petites brasseries.

L'année 1949 est celle de l'invention de la bouteille de 33cl. La bouteille de 25cl a été créée peu de temps après.

En 1953, c'est au tour des cannettes de voir le jour.

10) Brève conclusion...

La bière possède une histoire riche et diversifiée, certains n'hésitent pas à la faire remonter au Néolithique, époque où les hommes ont commencé à récolter les céréales. Il est probable en effet qu'un abandon involontaire des céréales dans un lieu humide ait été à la source de cette boisson universelle. Cependant nous ne disposons que d'avis, car aucune trace de cette boisson n'a été trouvée avant les tablettes sumériennes. C'est étonnant de constater qu'une boisson qui devait au départ n'être que très localisée, est apparue et s'est répandue mondialement...

La bière en Belgique, une approche géographique

Toutes les parties concernant l'approche géographique réparties dans ce syllabus ont été réalisées par les élèves de 5e et 6e option géographie :

Thomas Cornu

Sébastien Delahaye

Carline Demeyer

Dimiti Gosseye

Chloé Lamarque

Vivian Thonnard

Anne France Van

Guillaume Verdy

1) Evolution du nombre de brasseries en Belgique.

La Belgique est sans conteste un des grands pays de la bière, tant par ses traditions que par son importance actuelle dans le paysage des grandes multinationales du secteur. On peut d'ailleurs constater l'importance de notre production et sa relative stabilité au cours du 20e siècle si l'on excepte les creux durant les deux conflits mondiaux.

Ce qui est remarquable c'est que cette production est réalisée par un nombre sans cesse réduit d'entreprises. Cette hécatombe traduit à merveille le principe de la concentration industrielle horizontale dans notre système économique. L'industrie brassicole n'échappe pas à la course au gigantisme.

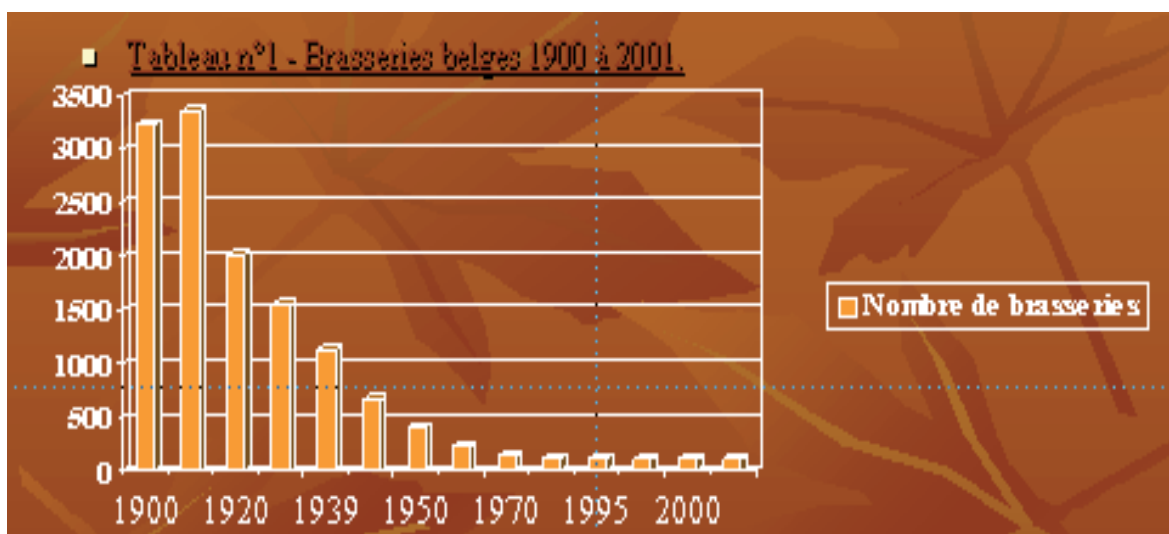
Nous avons d'ailleurs pu nous en rendre compte lors de notre visite à la brasserie Palm qui a fait l'acquisition d'autres producteurs comme « Rodenbach » ou « Oude Brugge ». Elle coproduit aussi une bière Blanche avec une autre entreprise. S'agit-il d'un signe avant-coureur d'une future fusion ?

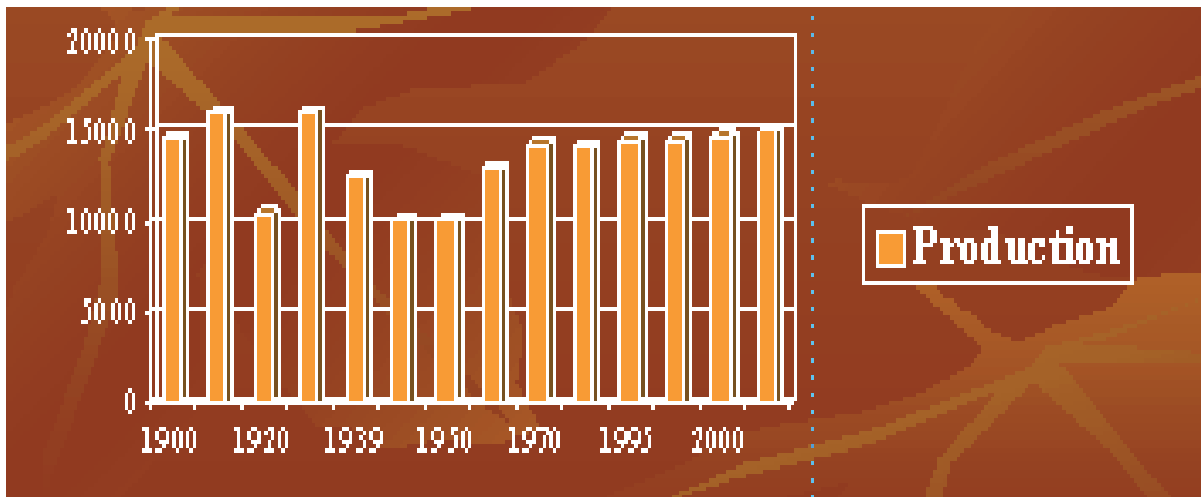
Ce processus d'économie d'échelle s'inscrit en droite ligne dans la volonté d'accroître la productivité donc les marges bénéficiaires.

Si, comme nous l'avons souligné, il y a de moins en moins de brasseries on peut aussi constater que leur nombre a tendance à se stabiliser depuis une quinzaine d'années.

Assez paradoxalement c'est la conséquence de la création de micro-brasseries. De petites PME se développent à côté des géants du secteur. Nous avons ainsi pu visiter la brasserie Quintine, née à Ellezelles au début des années 1990.

De telles naissances compensent la disparition des entreprises absorbées dans le processus de concentration que nous avons décrit plus haut. Encore faut-il remarquer que cette particularité ne doit pas faire illusion. Beaucoup de nouvelles petites brasseries ont une faible espérance de vie et seule l'importance des nouveaux projets permet la stabilisation globale des effectifs.





Dans les exemples qu'il nous a été donné de voir nous avons été frappés par des différences de comportement.

La Quintine, forte de l'existence d'une bière spéciale qui plaît au consommateur actuel, se contente du bouche-à-oreille pour faire tache d'huile et étendre son rayonnement. Elle réduit au maximum les frais publicitaires et évite le piège des intermédiaires de la distribution.

La Palm, handicapée par une bière moins bien positionnée par rapport au marché actuel, mène force campagne de publicité afin de rajeunir son image dans le public.

2) Les matières premières.

Remarque : Nous n'aborderons pas les produits qui, comme les épices, peuvent entrer dans l'élaboration de la bière mais ressortent plutôt du secret de fabrication.

1- l'eau :

Le poids de l'eau dans le processus de fabrication de la bière est très important. Elle représente les 9/10e du produit final. Mais pour obtenir un litre de bière on nous a appris qu'il fallait 6 à 7 litres d'eau !

Si l'on considère une production annuelle de près de 16 millions d'hl en 2002, avec une consommation moyenne de 6.5 litres d'eau par litre de bière on a utilisé cette année là 104 millions d'hl d'eau, soit 10.4 millions de m³ ou encore 10.4 milliards de litres.

Il y a donc un problème d'approvisionnement.



Pour la Quintine, que nous avons visité à Ellezelles, on utilise l'eau de distribution.

Par contre pour la Palm l'entreprise pompe l'eau de la nappe aquifère qu'une interstratification souterraine sable-argile favorise. Les eaux usées sont ensuite remises en surface. La présence, à faible profondeur, d'une couche d'argile retarde leur percolation, ce qui accroît la filtration de ces eaux avant qu'elles ne réalimentent la nappe. Il s'agit, bien sûr, des eaux non chargées en soude, produit utilisé dans une des phases de rinçage des bouteilles, ainsi que des eaux refroidies.

2- L'orge :

Bien plus que le froment, surtout utilisé pour la fabrication des bières « Blanches », l'orge est la céréale essentielle dans la fabrication de la bière. Qu'elle soit à deux rangs par épi, pour donner une bière plus souple, ou à six rangs par épi, pour une bière plus nerveuse, l'orge de brasserie fournit le malt. Il s'agit d'orge germée artificiellement, séchée ou torréfiée et concassée dans les malteries.



Culture de l'orge brassicole dans le monde;

C'est une céréale des régions tempérées cultivée entre les 45^e et 50^e parallèles des deux hémisphères. Principalement dans l'hémisphère Nord, dans les états du Middle West américain ou la Province de l'Alberta au Canada, en République Tchèque, en Grande Bretagne ou au Danemark. Dans l'hémisphère Sud la production est plus anecdotique en Argentine, la Province du Cap en Afrique du Sud, l'état de Victoria en Australie et dans le Sud de la Nouvelle Zélande.

En Belgique, l'orge est principalement cultivée en Wallonie sur les bas-plateaux limoneux.

La superficie cultivée reste modeste compte tenu de nos besoins. En cause les prescriptions européennes très strictes en ce qui concerne les propriétés de l'orge brassicole, qui pour entrer dans la filière bière, doit présenter des caractéristiques physiques et chimiques particulièrement pointues. Cette faible production nationale impose de recourir aux importations. Cela contribue à la disparition des petites malteries locales. Plus encore que pour les brasseries on assiste ici à une concentration, donc une raréfaction, des entreprises.

L'orge.

En Belgique	Superficie (ha)			Rendement (100kg/ha)			Production (tonnes)		
	2002	2003	%	2002	2003	%	2002	2003	%
Orge	1 932	3 171	64,1	54,2	59,5	9,8	10 485	18 867	80
Houblon	255	199	-22	19,4	19,8	2,1	494	393	-292

Le houblon.

	ha	ha	Zentner	Zentner	production en tonnes
		+/- %		+/- %	
	1998	97-98	1998	97-98	1998
Belgique	264	-13,35	10 200	-7,19	50
Europe (15)	24 371	-9,01	755 890	-9,74	2 853
monde	71 531	-8,29	2 233 964	-10,71	7 026

3) Le houblon :

En ce qui le concerne c'est une de ses composantes, l'acide alpha, qui donne l'amertume à la bière. Comme on peut le constater sur la carte de l'orge brassicole : les houblonnières sont dans la même zone climatique.

Traditionnellement le houblon était produit par le brasseur ou dans la campagne voisine s'il s'agissait d'une brasserie implantée en ville.

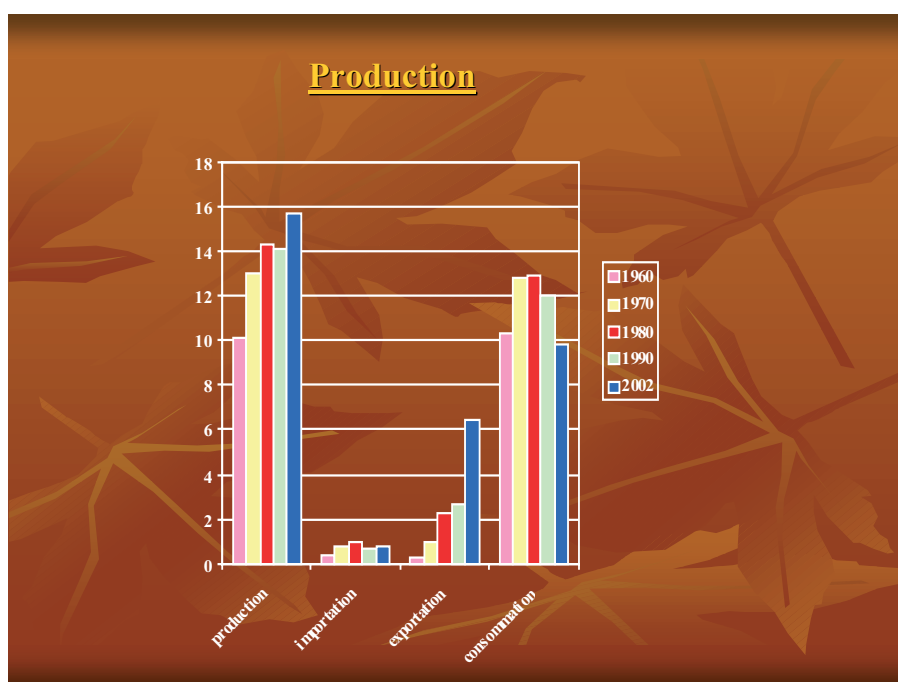
Aujourd'hui, contrairement à l'orge, c'est en Flandre qu'est assuré l'essentiel de la très petite production belge. Et encore faut-il insister sur la réduction constante des surfaces et de la production.

C'est vrai aussi au niveau européen et dans le monde. La sélection de variétés de houblon à plus forte teneur en acide alpha permet de diminuer la production. D'autre part, le perfectionnement des techniques brassicoles entraîne la réduction de la quantité d'acide alpha nécessaire à l'obtention de la bière.

3) Caractères socio-économiques.

1- Production belge de 1960 à 2002:

On observe, dans un premier temps, un parallélisme entre production et consommation dans notre pays. Dès 1980 la consommation fléchit avant de s'effondrer en 2002. La production continue d'augmenter, même si la croissance ralentit légèrement.



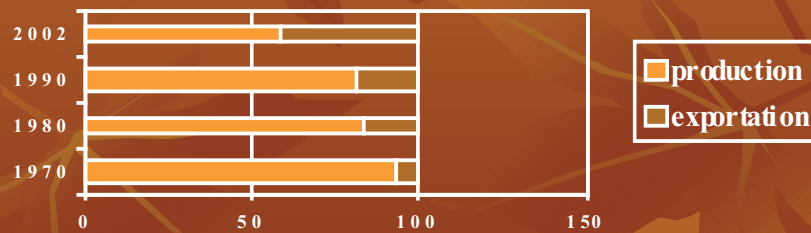
2- Le commerce extérieur :

Nous importons peu de bières étrangères et il y a même une tendance à la réduction des achats depuis les 20 dernières années. Par contre, les exportations s'envolent et compensent ainsi largement notre diminution de consommation.

Alors qu'elles représentaient moins de 10 % de la production en 1970, elles dépassent les 40 % en 2002. Ceci nous place au 2e rang des exportateurs en Europe. Cette conquête des marchés extérieurs est liée à notre part dans les grandes multinationales de la bière. Il ne faut toutefois pas négliger les modifications des habitudes de consommation. Est-ce un effet de l'intégration européenne ? Il semble bien que le clivage qui séparait l'Europe du vin au Sud et l'Europe de la bière au centre et au Nord a tendance à s'atténuer.

Exportation

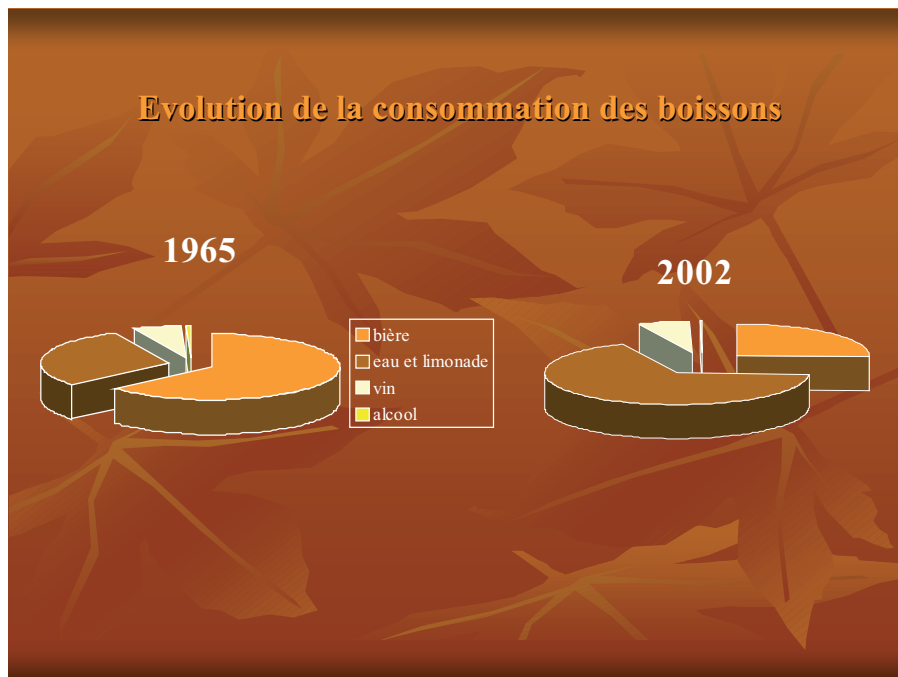
Part d'exportation dans la production totale



3) La consommation :

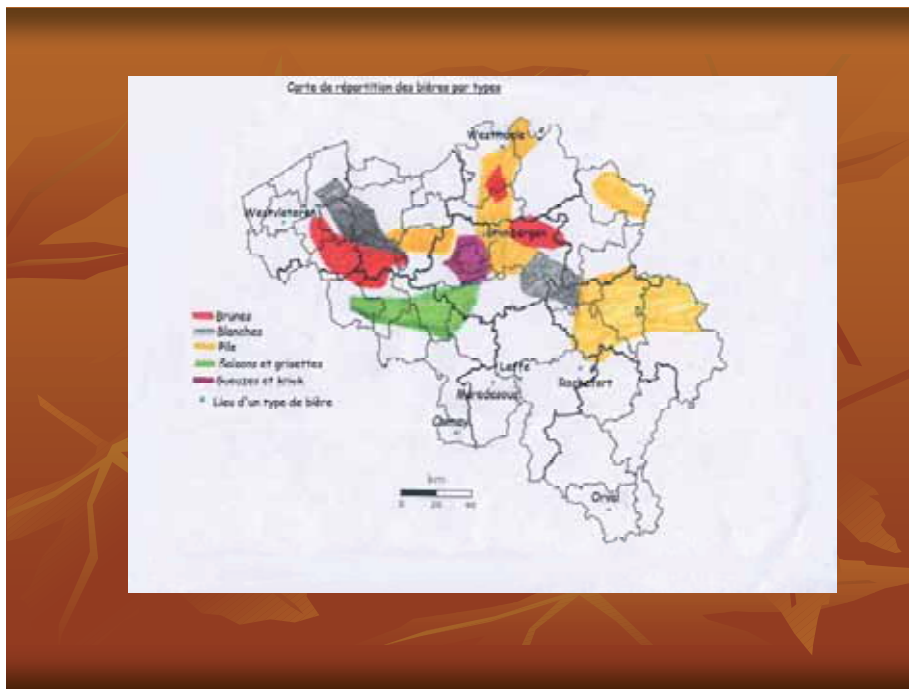
Comme nous l'avons déjà souligné, notre consommation de bière diminue. C'est au profit du vin mais surtout des eaux et limonades qui se taillent aujourd'hui la part du lion dévolue antérieurement à la bière.

Evolution de la consommation des boissons

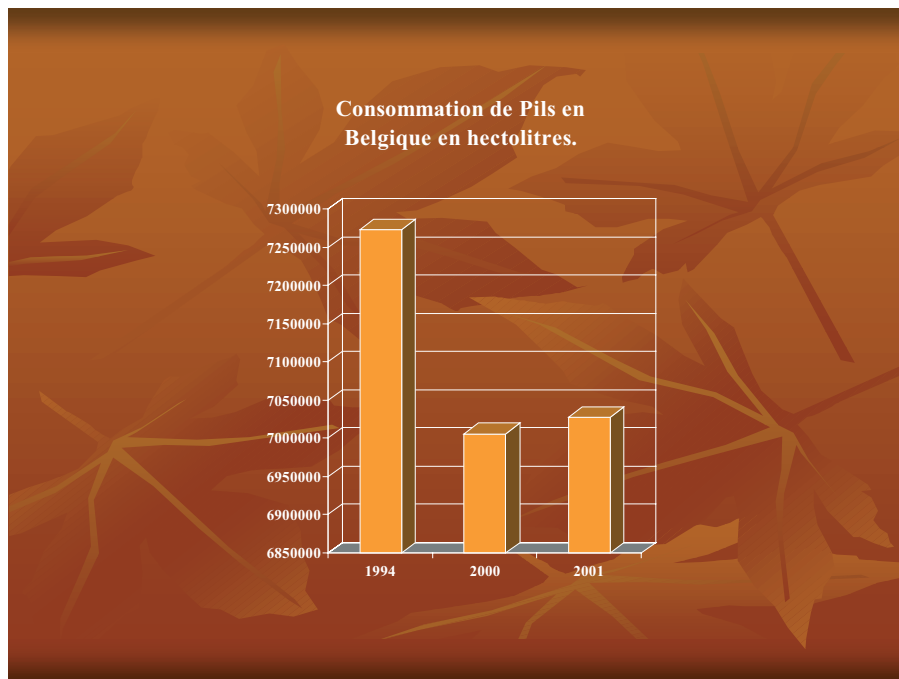


Faut-il y voir l'effet des campagnes de sécurité routière ? Ou s'agit-il du résultat du matraquage médiatique des multinationales de certaines « eaux sucrées » ? Les deux raisons peuvent se combiner.

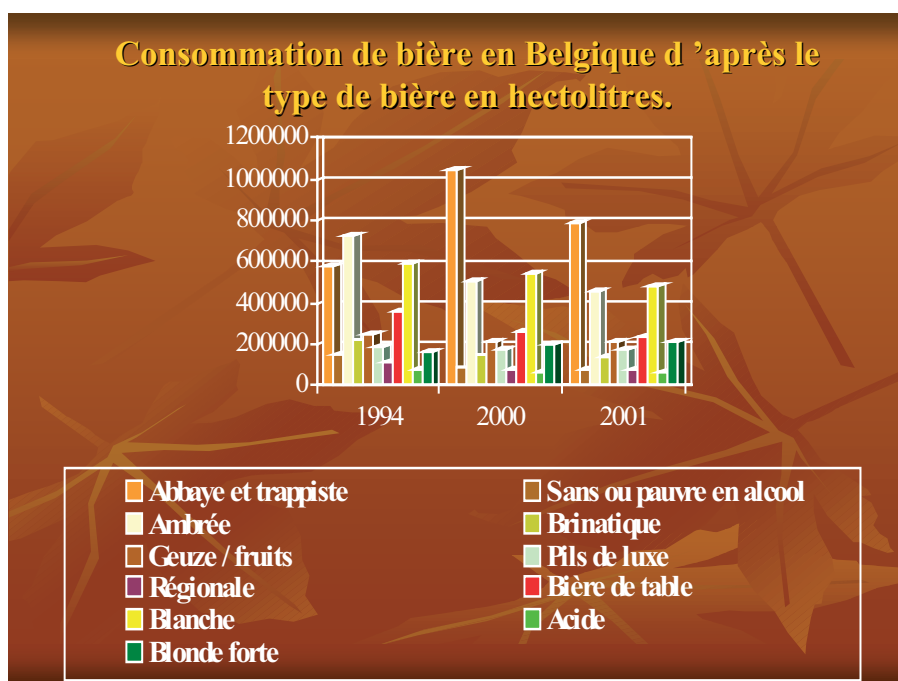
Si l'on veut bien comprendre cette perte de vitesse de la bière, il est aussi important d'analyser l'évolution de la consommation selon le type de bière.



Répartition des bières par type.



Consommation de bière en Belgique d'après le type de bière en hectolitres.



La Pils reste la bière la plus consommée. Elle représente encore 70 % du total au début des années 2000. Mais cette bière de grande consommation a manifestement perdu de son importance. Un peu comme le « gros rouge » a fortement décliné en France.

Cela peut se comprendre par la modification des habitudes de consommation dans un contexte d'ouverture des marchés aux produits exotiques ou encore à l'uniformisation des goûts européens.

En ce qui concerne les bières « spéciales », il semble bien que les bières ambrées suivent le même chemin que les pils. C'est aussi le cas des bières de table et sans alcool qui se heurtent à la concurrence des « eaux et limonades » sans pouvoir percer sur le marché. Par contre, les « autres » bières se maintiennent assez bien. Quant aux bières d'Abbaye et aux Trappistes elles ont même tendance à être plus sollicitées. Succès qui reflète sans doute une exigence plus grande d'un consommateur plus riche.

**Février Sébastien
Van Malderen Tony
Desmet Aurélien**



Le maltage



Le Maltage

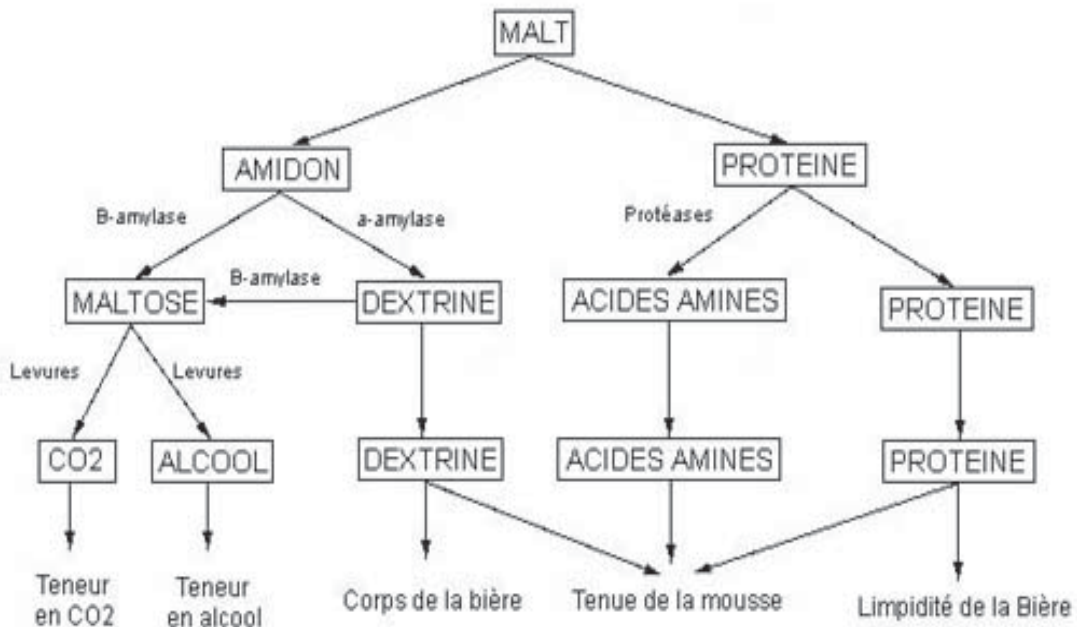
1) Introduction :

Lors du maltage, les grains d'orge sont « préparés » pour leur traitement dans la pâte à bière. Jadis, beaucoup de brasseries possédaient leur propre malterie. Au fil du temps, le maltage est devenu une telle spécialité que ce sont des malteries indépendantes qui se chargent désormais de ce procédé.



2) Les objectifs :

Le maltage a pour but de développer dans l'orge les enzymes capables de transformer l'amidon en sucres fermentescibles : les amylases. Les enzymes capables de dégrader les chaînes longues de protéines en acides aminés, dipeptides, tripeptides nécessaire au développement des levures et en polypeptides formant ce qu'on appellera l'azote soluble non assimilable que l'on retrouvera dans la bière finie et qui jouera un rôle dans la mousse et dans le trouble de la bière. Le maltage permet également le développement d'enzymes capables de digérer les parois cellulaires rigides du grain d'orge. Le développement de ces enzymes est nécessaire pour le brassage ultérieur. De plus, il doit donner au grain sa friabilité pour permettre la transformation de l'amidon en saccharose. Finalement, le maltage doit donner à l'orge un arôme et/ou une couleur plus développé.



3) Les étapes :

Le maltage se fait en 5 étapes: la préparation, le trempage, la germination, le touraillage et le traitement final.

1- La préparation

Dans un premier temps, pour que le grain d'orge soit prêt à germer, l'agriculteur doit s'assurer que son plan d'orge est arrivé à maturité. On le fait sécher légèrement sur la touraille, ou dans des fours à séchage. Le grain peut perdre, lors de cette étape, environ 16 % de son eau.

Ensuite, on le fait vieillir ou mûrir dans des silos ou greniers à ruissellement, où le grain doit être le moins possible privé d'oxygène. Les silos sont construits de façon à ce que le grain ne reste jamais en place et on lui fournit de l'oxygène par un puissant système d'aération. Le grain, en respirant, libère de l'eau et de la chaleur. Ces produits de combustion doivent être évacués car ils pourraient entraver le vieillissement du grain en provoquant trop tôt la germination.

On nettoie ensuite les grains. On le fait passer par divers tamis où les impuretés sont évacuées à l'aide de ventilateurs. On s'assure aussi qu'il ne reste pas d'objets métalliques parmi les grains en les faisant passer près d'un puissant aimant. Puis, on calibre les grains, toujours à l'aide de tamis.

2- Le trempage

Le trempage consiste en une suite de trempages d'une durée qui varie entre six et douze heures selon l'humidité de l'orge et sont entrecoupés de périodes d'aération. Le but de cet exercice est de fournir à l'orge toute l'eau et l'oxygène nécessaire à la germination. L'eau contenue dans les bacs de trempage doit contenir certains sels et être exempte d'autres : les carbonates sont à éviter pour des problèmes de calcaire alors que le sulfate de magnésium et le chlorure de calcium sont nécessaires au travail de la levure. Bien que la membrane extérieure de l'orge ne laisse pas entrer les sels, les grains d'orges auraient tendance à rééquilibrer le taux de salinité intra-cellulaire en évacuant leur eau. De plus, les sels s'attaquent à la membrane de l'orge qui contient des tanins, qui sont importants lors du brassage. La qualité de l'eau est donc un phénomène important au cours du maltage, mais aussi au cours du brassage.

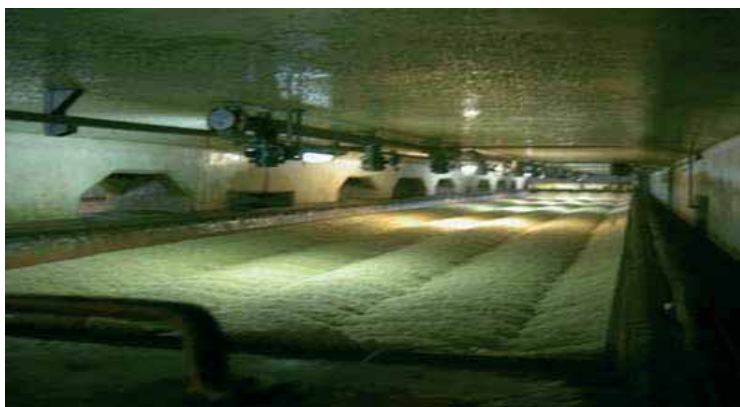


3- La germination

On laisse le grain environ dix jours dans une pièce où il est constamment en mouvement. La pièce doit avoir un taux d'humidité élevé et une température avoisinant 15°C. La germination donne à l'extrémité du grain des radicules et des radicelles :les germes.

L'amylase, une enzyme contenue dans les cellules de l'orge, transforme l'amidon en sucres et les protéines en acides aminés. C'est environ 5% de l'amidon de l'orge qui sera transformé en sucres, mais les enzymes nécessaires à ce processus ne pouvaient se développer que pendant la germination.

Il y a une autre réaction chimique importante qui survient dans la germination, c'est la liquéfaction des parois cellulaires. Les cellules dans la graine d'orge perdent leurs parois cellulaires par l'action combinée de plusieurs enzymes: la cytase, la xylanase et les pectases. L'intérieur de la graine peut maintenant se désagréger, pour pouvoir retirer, ultérieurement, la farine.



4- Le touraillage

On emmène ensuite les grains dans la touraille. C'est un immense four où on grille les grains d'orge. Cette étape permet au grain de trouver sa coloration. Le grain restera environ 30 heures dans la touraille, à une température de 45°C. Ensuite, on donne le coup de feu. On chauffe intensément les grains pendant environ 5 heures. Une bière blonde nécessite des grains légèrement torréfiés, on les chauffe à 80°C. Une bière noire a besoin de grains très torréfiés, presque noirs, on les chauffe à 105°C. Les bières rousses auront des grains moyennement torréfiés ou un mélange de grains blonds et noirs.

C'est lors du coup de feu que les grains prennent leur couleur et leur arôme. Quand il reste de l'humidité dans les grains et qu'on les fait chauffer à une température près de 60-70°C, il y a réaction chimique. Les sucres de l'orge entrent en réaction avec les acides aminés et donnent des produits aromatiques colorés: les mélanoides. Elles sont à la base de la coloration du grain.

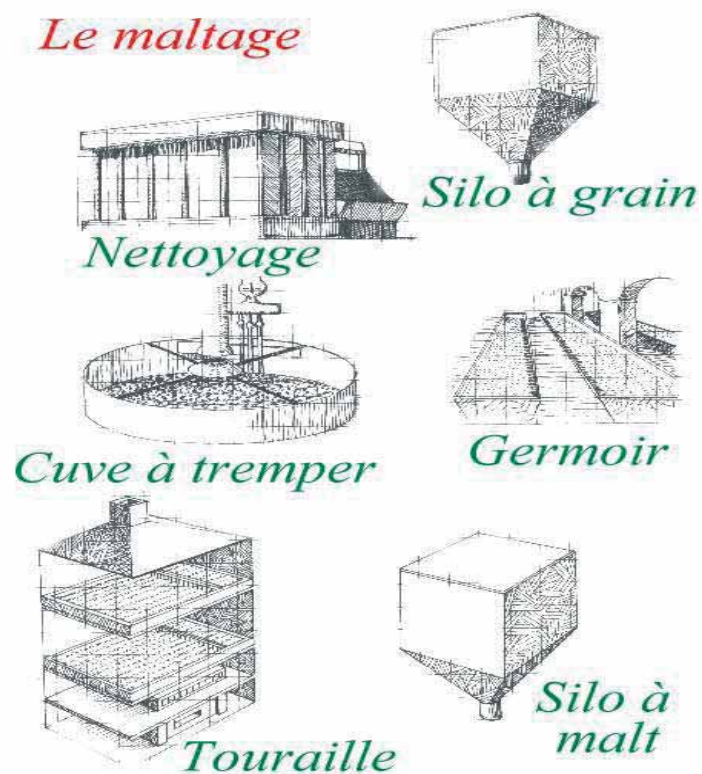
Le touraillage bloque aussi l'activité des enzymes, et empêche la dégradation du malt. Le grain ne contient plus que 1 à 3 % d'eau.



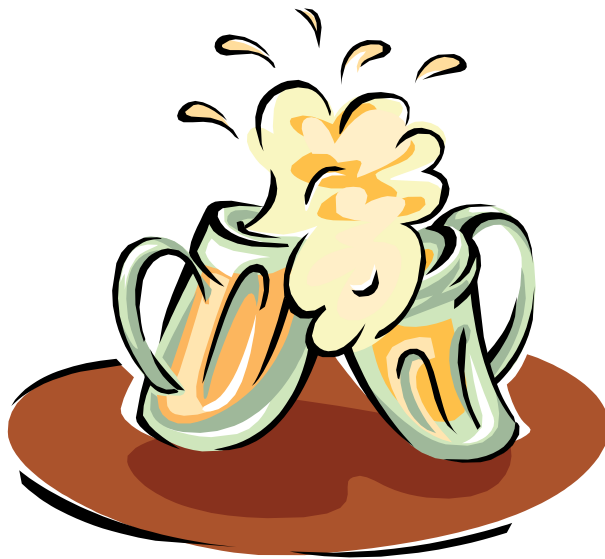
5- Le traitement du malt

On débarrasse ensuite les grains d'orge de leurs racicules. Ceux-ci s'enlèvent facilement quand les grains sont encore chauds. Puis on laisse vieillir les grains deux ou trois semaines avant de brasser. Pour 100kg d'orge initial, on obtient 75kg de malt. Cette différence est principalement due aux pertes d'eau et à la perte des racicules.

4)Schéma récapitulatif :



Le brassage



Par :

Amorison Fanny

Debaisieux Kevin

Hennaut Maxime

Le brassage



I. Introduction

Le but du brassage est d'extraire les principes utiles du malt et du houblon pour obtenir un moût sucré. Les facteurs essentiels dont dépendra la réussite du brassage sont la qualité du malt, la nature de la mouture, le procédé de brassage et le mode de soutirage.

La série d'opérations, dont l'ensemble est désigné par le terme brassage est la suivante :

- 1° Le concassage du malt;
- 2° Le brassage proprement dit, ou extraction, par dissolution, des principes utiles du grain;
- 3° La filtration du moût ;
- 4° La cuisson et le houblonnage du moût;
- 5° Le refroidissement et la clarification du moût.

Nous donnerons successivement les principes et le mode de réalisation de chacune d'elles.

II. Les différentes étapes

Les transformations chimiques obtenues au cours du brassage sont principalement la dégradation de l'amidon en dextrine et en maltose (sucres simples) et la solubilisation des matières azotées. On observe également une diminution de la viscosité du moût due à la solubilisation de certaines molécules complexes, les glucanes.

1) Concassage du malt

1- Principes

Plus la mouture est fine, meilleure sera l'extraction ; mais si la filtration ultérieure se fait en cuve, il faut éviter une mouture trop fine car la filtration se fait mal, les eaux de lavage pénètrent mal la masse. Dans le concasseur, le malt est broyé en farine. Les grains de malt sont éclatés en évitant d'abîmer l'enveloppe afin de constituer un lit filtrant pendant le processus de brassage. Ceci ne pourra s'obtenir qu'avec un malt bien désagrégé : cette désagrégation convenable du malt sera donc une condition essentielle pour avoir un bon concassage.

Il faudra en outre que le malt soit bien calibré et enfin qu'il soit bien sec.

2- Appareillage

Un moulin à malt est constitué d'une ou plusieurs paire(s) de cylindres et de jeux de tamis permettant de broyer plus finement les gros et moyens gruaux tout en ménageant les enveloppes et en laissant passer les farines fines souvent obtenues dès le premier passage par éclatement du grain très sec. A la sortie du moulin, les principaux composants se présentent séparés afin de faciliter le contrôle. Mais ils se retrouvent bien entendu mélangés par après dans la « caisse à farine » ou trémie à mouture. Les moulins les plus adaptés à la brasserie sont les moulins à 2 rouleaux. L'écart entre les 2 rouleaux déterminera la grosseur de la mouture (important pour la filtration). En brasserie industrielle, on utilise des moulins à plusieurs paires de rouleaux pour affiner progressivement la mouture. Cet accessoire est indispensable lorsque le malt est stocké en silo. Récemment a été introduite la mouture humide, le malt étant abondamment humidifié juste avant son introduction dans un moulin à 2 cylindres. Cette technique assure un broyage qui respecte les enveloppes et constitue un préempâtage. Certains préfèrent toujours la mouture à sec qui s'effectue par 3 passages, les 2 premiers étant suivis d'un tamisage.

Concasseur à malt :



Le contrôle de la mouture s'opère à l'aide de tamis standardisés ; on utilise généralement 5 tamis superposés :

Tamis (n°)	Nbre de mailles/cm ²	Produit de la mouture	Mouture grossière (en %)	Mouture fine (en %)
1	36	Enveloppes	10-20	9-12
2	64	Gros gruaux	3-10	2-5
3	196	Fins gruaux I	28-42	14-18
4	961	Fins gruaux II	12-18	38-48
5	2704	Farine de gruaux	4-8	8-12
Fond	/	Farine fine	8-15	12-20

2) Le brassage proprement dit

1- Principes généraux.

Il s'agit d'obtenir, à partir du malt et du houblon, l'extrait à la fois le plus abondant et le meilleur possible. C'est l'eau qui est l'agent d'extraction ; on la fait agir à des températures déterminées, la plupart des substances que l'on trouvera dans le moût se forment durant le brassage même, grâce à des enzymes : c'est ainsi, par exemple, que dextrine et maltose proviennent de la décomposition de l'amidon par l'action des amylases, tandis que les protéines complexes sont décomposées par des protéases en substances azotées solubles.

Sur quels facteurs va pouvoir jouer le brasseur pour mener à bien cette phase essentielle de la fabrication de la bière ?

Tout d'abord, il pourra agir sur la température : l'expérience a montré que c'est entre 45°C à 50°C que s'effectue le mieux la solubilisation des substances azotées, que les sucres fermentescibles s'obtiennent entre 60°C à 65°C et qu'enfin la décomposition la plus rapide de l'amidon a lieu entre 70°C et 75°C, la formation de dextrans est plus abondante qu'à 60°C ou 65°C. Donc en jouant sur les températures, on peut, dans une certaine mesure, régler ces transformations.

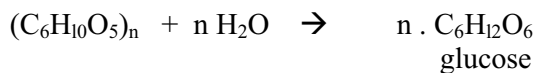
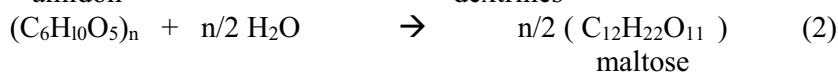
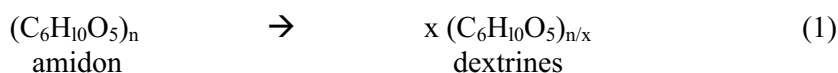
Le brasseur jouera également sur le pH (degré d'acidité du milieu) afin de favoriser l'activité des différentes enzymes.

Un principe constant dans le brassage est de toujours mélanger différentes sortes de malts et cela, le plus régulièrement possible : les brassins de mélanges de malts sont, en règle générale, de qualités supérieures à ceux provenant d'un malt unique.

2- Transformations chimiques s'opérant au brassage :

a. Amidon

La transformation la plus importante durant le brassage est la décomposition de l'amidon. Cette décomposition permet la formation des dextrans du maltose et du glucose selon les réactions suivantes :



Ce sont presque exclusivement les réactions (1) et (2) qui se produisent au cours du brassage, sous l'action des diastases.

Les trois stades de la décomposition de l'amidon sont :

1° *La formation de l'empois ou empesage* : Traiter, quelques instants, l'amidon par l'eau chaude pour arriver à l'éclatement des grains d'amidon permettant la formation de solutions colloïdales visqueuses.

2° *La liquéfaction* : Elle est due à une enzyme, l'amylase (α - et β -amylase), qui a pour rôle de scinder les grosses molécules d'amidon en sucres plus simples (glucose, maltose et sucre plus complexe).

3° *La saccharification* : C'est la transformation de l'amidon liquéfié, d'abord en dextrines, puis en maltose sous l'influence de l'amylase.

Une certaine quantité de dextrines subsiste dans le moût : elles représentent ± 25 % de l'amidon saccharifié. Comme le pouvoir saccharifiant de l'amylase s'affaiblit d'autant plus qu'on approche de 70°C à 72°C, plus on brassera à température élevée, plus il restera de dextrines dans le moût ; au contraire, en brassant surtout à 60°C-65°C, on aura un moût riche en maltose. On pourra de cette façon obtenir à volonté des moûts plus ou moins fermentescibles.

Il est admis actuellement que l'hydrolyse partielle des amidons du malt, dans la préparation des moûts, est le résultat de l'action de deux diastases : α -amylase, plutôt liquéfiante, se développant pendant la germination et la β -amylase saccharifiant, déjà partiellement présente dans l'orge.

Enfin, la présence d'un peu de glucose dans les produits de décomposition de l'amidon a été confirmée par des travaux récents.

b. Substances azotées.

Lors du brassage, 40% maximum des substances azotées peuvent être dissoutes ; les substances azotées qui se dissolvent au brassage sont beaucoup plus complexes que celles qui ont été dissoutes lors du maltage. Cette dissolution des substances azotées s'opère sous l'action de deux groupes d'enzyme : d'une part, les protéinases qui commencent la décomposition des protéines insolubles en les transformant en substances azotées non coagulables, mais de structure encore complexe ; d'autre part, les peptidases qui scindent les polypeptides en acides aminés.

La température optimum pour la dissolution des substances azotées au brassage est de 45°C à 50°C. (coagulation des protéines = solidification des protéines).

Solubilisation des matières azotées.

Les substances azotées, présentes en faible quantité dans le moût, ont un rôle primordial dans la nutrition des levures et dans la tenue de la mousse, dans le moelleux de la bière et dans sa résistance aux troubles (coagulation des protéines) que provoquent, par exemple, le froid ou le vieillissement. Certaines protéines, solubles de façon permanente, seront non seulement conservées, mais verront leur quantité augmenter au cours du brassage, soit par le choix de la température d'empâtage, soit par des stationnements à des températures favorables. D'autres protéines solubles également mais coagulables par la chaleur, seront éliminées au cours de l'ébullition et formeront les troubles à chaud et à froid.

c. Autres transformations.

Une petite partie seulement des phosphates organiques qui ne sont pas passés en solution au cours du maltage se dissout au brassage. L'utilisation, pour le brassage, d'eaux calcaires qui précipitent une partie des phosphates, diminue leur proportion qui passent dans le moût. De petites quantités de matières minérales se dissolvent assez régulièrement au cours

du brassage. La coloration du moût augmente, par oxydation, car on obtient des moûts plus colorés lorsqu'on aère le brassin.

d. Rôle de l'acidité.

Durant le brassage, l'acidité a surtout pour effet d'influencer l'activité des enzymes. Le pH normal d'un moût est d'environ 5,8 si l'on emploie de l'eau neutre. Comme l'activité de la grande majorité des enzymes est maximum pour un pH nettement inférieur à 5,8, on acidifie souvent le brassin jusqu'au pH 5,2 ou même 5. Il est toutefois nécessaire de ne pas exagérer l'acidification, car l'abondante dissolution de matières azotées qu'elle provoque peut être nuisible par la suite dans la fabrication de la bière.

L'acidification du brassin a également l'avantage de réduire les dissolutions du tanin et des résines amères des enveloppes qui peuvent donner à la bière un goût désagréable et une trop forte coloration : c'est une des raisons pour lesquelles on doit corriger les eaux alcalines avant de les utiliser au brassage.

3- Le traitement des grains crus.

On appelle grains crus les farines ou semoules diverses que le brasseur ajoute au malt. On utilise une proportion de ces grains crus variable suivant le pays (en Belgique par exemple, on ne dépasse pas 20%, en France on en incorpore jusqu'à 50%) : ils sont constitués le plus souvent par du maïs, du riz, de l'orge ou du manioc. L'amidon de ces grains crus se saccharifie moins vite que celui du malt. Comme l'empesage précède nécessairement la liquéfaction et la saccharification, il faut, avant de mélanger les grains crus au malt, les faire bouillir au préalable pour avoir un bon empesage de leur amidon. On additionne les grains crus, au moment de l'empâtage.

4- Pratique du brassage.

a. Méthode par infusion

La mouture est transférée de la caisse à farine dans la cuve d'empâtage à travers un hydrateur assurant un bon mélange entre la farine et l'eau, ou, plus récemment, à travers un préempâteur, récipient muni d'une vis sans fin assurant un mélange plus intime. C'est dans la cuve d'empâtage, munie d'un agitateur ou « vagueur », que se passent les transformations chimiques. Dans cette méthode, la cuve d'empâtage permet le chauffage de la trempé (eau+sucre) pour conduire celle-ci jusqu'à 75°C-78°C, température de saccharification. Dans ce cas, aucune partie de la trempé n'est portée à ébullition. Cette méthode donne de bons rendements avec des malts très bien désagrégés.

Mélangeur encore appelé « vagueur »



b. Méthode par décoction (action de bouillir les plantes dans un liquide)

Une partie de la trempé est prélevée et pompée dans une chaudière à trempes, également pourvue d'un vagueur, où elle est portée à l'ébullition. Cette méthode donne les meilleurs résultats avec des grains insuffisamment désagrégés car l'ébullition permet l'empesage des pointes dures (non désagrégées) qui pourront ainsi être saccharifiées après leur retour dans la cuve d'empâtage. Elle est indispensable lorsqu'on emploie des grains crus qui sont versés dans la chaudière à trempes ; c'est la méthode la plus employée.

c. Les méthodes mixtes

Elles utilisent les deux modes de chauffage ; elles comprennent une trempé de décoction chauffée à l'ébullition et une trempé d'infusion obtenue par addition d'eau chaude (elles sont encore utilisées en Belgique, notamment pour certains types de bière où l'on emploie beaucoup de blé cru) ; on laisse écouler le moût de malt et on filtre le brassin de froment sur la drêche du malt (résidu du malt après le brassage ; vendue après comme aliments pour le bétail).

Parmi les nombreuses méthodes possibles, comment un brasseur peut-il choisir l'une d'elles de préférence aux autres ? Il faut que le brasseur exerce son choix en tenant compte avant tout des conditions dans lesquelles il travaillera, c'est-à-dire :

- 1° Le type de bière qu'il désire fabriquer ;
- 2° Le malt qu'il emploiera ;
- 3° La quantité de grains crus qu'il utilise ;
- 4° L'appareillage dont il dispose.

Il est essentiel que, dans tous les cas, la méthode choisie permette d'obtenir un moût parfaitement saccharifié, qui contienne suffisamment de sucres fermentescibles et qui passe clair à la filtration. Par conséquent, il faut assurer d'abord la bonne marche du brassage,

aboutissant à un moût bien normal et constant; lorsque ceci est obtenu, il faut rechercher la méthode donnant la meilleure qualité de bière.

5- Technique du brassage et matériel utilisé.

La première opération du brassage est l'empâtage de la farine avec l'eau. Elle s'opère dans un hydrateur qui peut être soit automatique soit mécanique.

Comme *hydrateur automatique*, on peut utiliser dans certains cas un simple tuyau plongé dans l'eau de la cuve-matière ; il faut alors agiter l'eau pour obtenir un bon mélange. Plus généralement, c'est un élargissement du tuyau de conduite de farine où l'on injecte de l'eau qui sert d'hydrateur automatique. Comme il faut un grand débit, les hydrateurs ont au moins 30 cm de large et 50 cm de haut.

Un *hydrateur mécanique* est formé d'un tuyau courbé dans la partie verticale duquel s'opère l'injection d'eau dans la farine; la partie horizontale contient un axe portant une vis d'Archimède faisant avancer la pâte et des batteurs permettant un bon mélange. Ces hydrateurs mécaniques se prêtent à l'obtention d'une pâte plus épaisse que les hydrateurs automatique.

La cuisson des grains crus (maïs, riz, etc.) se fait dans une seconde chaudière ou *chaudière à trempes*. C'est en effet dans celle-ci que l'on fait arriver une partie du contenu de la cuve-matière ; les parties prélevées s'appellent *trempes* ou *maisches*; elles contiennent les enzymes hydrolysant qui facilitent l'ébullition. Le brasseur peut faire varier le pourcentage de la quantité empâtée en cuve-matière, qu'il portera à l'ébullition avec les grains crus incorporés; ainsi il obtiendra une formation plus ou moins poussée de maltose par le retour du contenu de cette chaudière dans la cuve-matière, d'une part, suivant la quantité d'infusion de malt introduite en chaudière à trempes et d'autre part, suivant la température qu'il obtiendra en cuve-matière lorsque le contenu de la chaudière à trempes sera parvenu dans cette cuve.

3) Filtration du moût

Cuve filtre



Filtre-presse



4) Cuisson et houblonnage.

Le houblon est une plante dont les fleurs servent à aromatiser la bière. Le houblon, responsable du goût frais et désaltérant de la bière, confère à cette dernière une légère amertume qui sera plus ou moins prononcée selon la quantité ajoutée, le moment où on l'ajoute et le temps qu'on l'y laisse macérer. Le houblon contribue aussi à la conservation de la bière; lors du brassage, diverses substances ayant des propriétés antiseptiques sont extraites du houblon et passent dans le moût. Ces substances aident à prévenir la contamination de la bière par divers micro-organismes. Le brasseur amateur qui veut obtenir une bière qui "vieillit" bien ne doit pas lésiner sur le houblon. Le houblon est ajouté au moût qui est ensuite porté à ébullition durant un peu plus d'une heure de façon à coaguler les protéines, tuer les bactéries et extraire les caractéristiques du houblon. Il est aussi possible d'aromatiser la bière en y ajoutant différentes épices telles que le curaçao, la coriandre, le gingembre, la cannelle, les clous de girofles, les baies de genièvres, les graines de paradis, l'anis étoilé, le cumin, les graines de genévrier...

Le moût sucré est placé dans une cuve à ébullition ce qui a pour effet de :

- stériliser le moût.
- intensifier la couleur par réaction d'oxydation.
- dissoudre et transformer les matières nobles du houblon
- précipiter les matières assemblées
- détruire les enzymes en particulier l' α -amylase, qui est la principale enzyme à avoir survécu aux températures de filtration.

Il existe également le houblonnage à froid qui consiste à rajouter des cônes de houblon lors de la garde (peu utilisé).

5) Refroidissement et clarification du moût.

Après sa cuisson, le moût doit être refroidi le plus rapidement possible afin d'éviter qu'il soit contaminé par les micro-organismes qui vivent en suspension dans l'air ; le refroidissement est effectué à l'abri de l'air. En effet, l'oxydation augmente la coloration du moût, diminue le taux d'isomères de résines de houblon, mais favorise le développement de la levure en début de fermentation. Par ailleurs, l'oxygène dissous participe à la formation du trouble fin. Il faut le refroidir à une température de 20°C. Le refroidissement est réalisé grâce à un échangeur à plaque à 6°C. A la sortie de l'échangeur, le brasseur envoie de l'air stérile dans le moût afin que celui-ci soit enrichi en O₂, indispensable pour la mise en fermentation des levures. Le moût bouillant circule dans les plaques en inox qui sont refroidies à contre-courant par de l'eau froide : c'est alors un liquide limpide, doux, amer et stérile.

Afin de débarrasser le moût des précipités protéiques (provoqués par la chaleur) et des résidus de houblons, il est pompé dans un bac de centrifugation naturelle : le Whirlpool.

III. Le brassage en images

Cuves de brasserie



Une salle de brasserie moderne



Cuve-matière



Cuves de brassage



1ère filtration de la bière



Dendievel Rémi & Debailleul Sébastien

LA FILTRATION

Il y a deux filtrations au cours de la fabrication de la bière : la filtration du moût, qui est obligatoire et la filtration de la bière, facultative dans certains cas.

DEFINITION :

« La filtration est une technique générale de clarification qui consiste à faire passer un liquide trouble à travers une couche filtrante à canaux ou pores très fins. »

1) Filtration du moût

Après l'empattage, la maische va être débarrassée des parties insolubles du malt (écorces appelées pailles principalement).

Pour cette filtration, nous disposons de plusieurs filtres différents :

- une << cuve-filtre >> ou cuve à « filtration du moût », habituellement de forme cylindrique et dotée d'un faux fond à fentes de 2 à 5 cm au-dessus du véritable fond. C'est un outil lent et irrégulier dans ses performances : perte de temps, de qualité et de rendement. La cuve-filtre est en fait une grande décanteuse à double-fond.
-
- Le filtre à maische, par exemple le 'filtre à moût MEURA 2001', qui a la licence en Belgique.

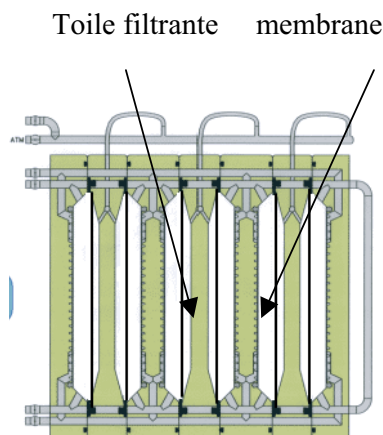


C'est ce filtre que nous allons voir de plus près.

Le filtre MEURA 2001 consiste en un plateau fixe et un caisson arrière réunis par 2 longerons, ainsi que d'un plateau mobile, le tout formant un ensemble fermé. Les chambres de filtration (en polypropylène) viennent s'intercaler entre le plateau fixe et le plateau mobile. Le nombre de chambres varie selon le versement, c'est à dire le volume de matières premières utilisé par brassin. Chaque chambre se compose de deux éléments : un plateau filtrant et un plateau à membrane. Leurs dimensions sont : 2,0 m x 1,8 m. Le plateau filtrant est recouvert de chaque côté d'une toile filtrante perméable, en polypropylène, à travers laquelle circule la maische. Le plateau à membrane consiste lui en une structure en polypropylène dotée sur chaque côté d'une membrane imperméable en élastomère.

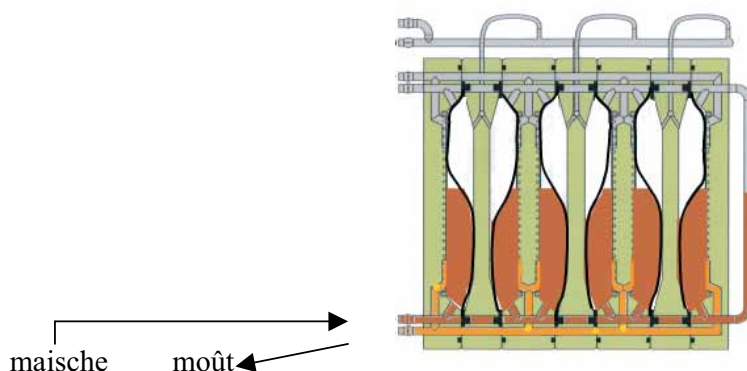
1- PROCESSUS DE FILTRATION

a. Le filtre est le vide.



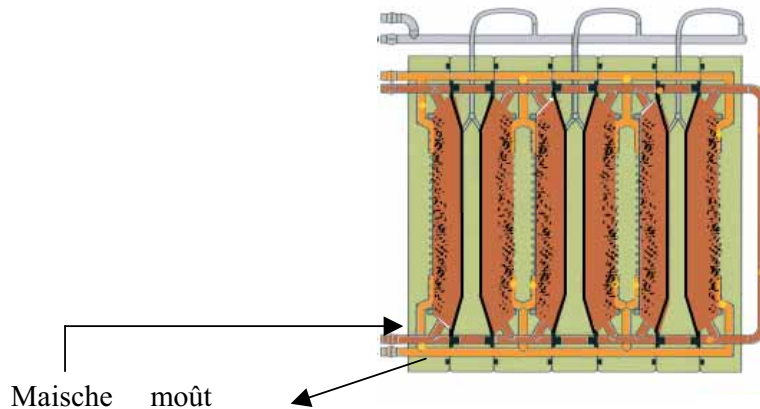
b. remplissage du filtre – transfert de la maische

Cette opération dure environ 5 à 6 minutes.



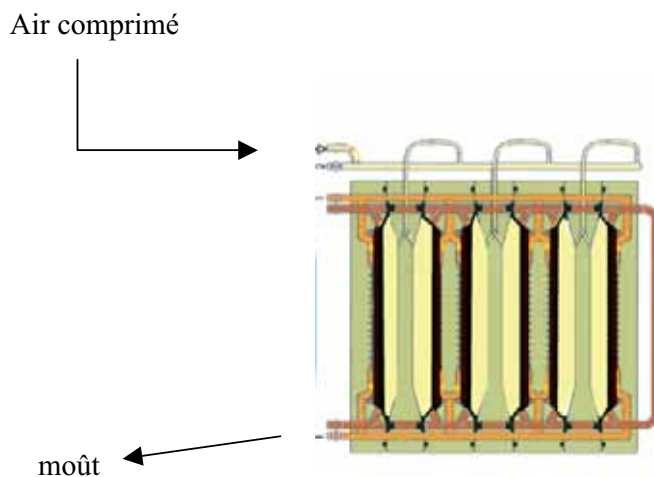
c. Filtration de la maische

Dès que le filtre est rempli, la filtration commence, et ce à une pression constante, à 0.4-0.5 bar. Lors du transfert de la maische dans le filtre, celle-ci est distribuée équitablement dans les différentes chambres. Une couche filtrante se forme graduellement dans chacune d'elles, sur la toile de filtration. On l'appelle le « gâteau ». Filtrer à une pression trop importante (>0.7 bar) n'est pas conseillé car cela ne ferait que diminuer la productivité du filtre. Le gâteau ainsi créé posséderait en effet une résistance si élevée que le débit de sortie s'avèrerait très faible. Cette opération dure entre 25 et 30 minutes pour des toiles propres. (si les toiles sont trop colmatées, la filtration peut prendre quelques minutes de plus.)



d. Précompression

L'air est insufflé à 0.4-0.6 bar entre les membranes qui, en se gonflant, compriment le gâteau. Le but de la précompression est d'obtenir une bonne homogénéité pour le gâteau afin de réduire le volume d'eau de lavage (requis pour une récupération efficace des extraits). Durée de la précompression : 5 minutes.



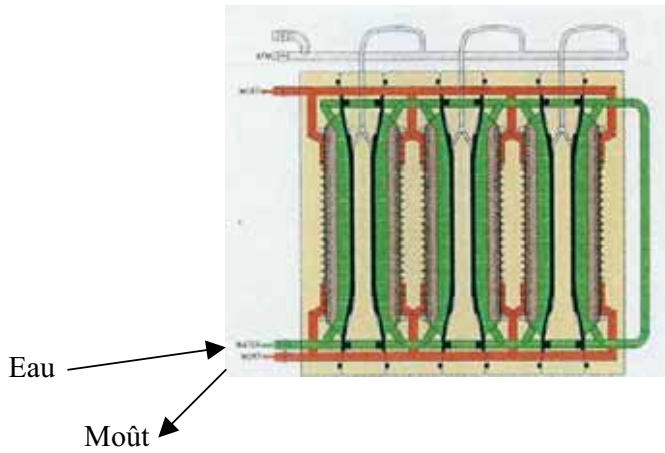
e. Lavage

Il est divisé en deux cycles distincts :

Premier cycle : parallèlement à l'évacuation de l'air gonflant les membranes, l'eau de lavage (76°-78°) est amenée dans le filtre à pression constante par le même tubulure que l'entrée de la maische et vient ainsi remplir l'espace libéré entre le gâteau et la membrane.

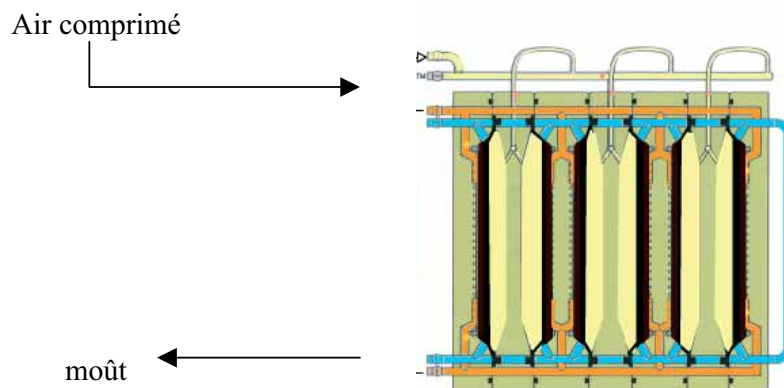
Deuxième cycle : une fois le filtre rempli d'eau, l'extraction du gâteau est effectuée. Cette étape se déroule à débit constant jusqu'à récupération d'un volume d'eau prédéterminé. Le moût récolté au début de phase de lavage a quasi la même densité que le premier moût. Celle-ci chute ensuite à 0,8°-1° Plato*, conséquence directe de la dilution du filtrat par l'eau de lavage. L'opération prend 5 minutes.

*Degrés Plato = Le degré Plato exprime le poids du sucre, en grammes, pour 100 g de solution, mesuré, à l'origine, à 20°/4° C.



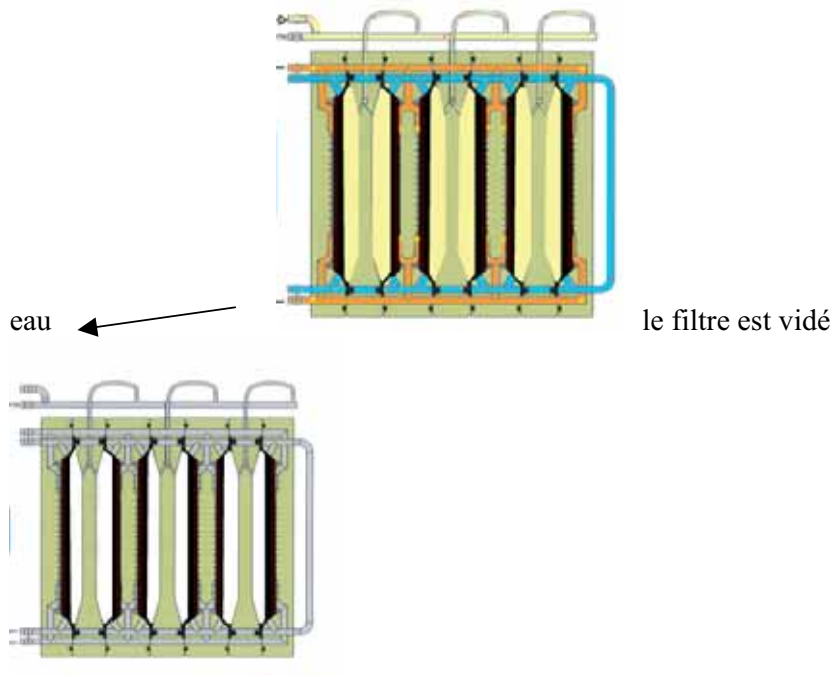
f. Compression

Il s'agit exactement du même processus que la précompression, à la seule différence que le but est ici de récolter les derniers extraits et d'assécher les drêches.



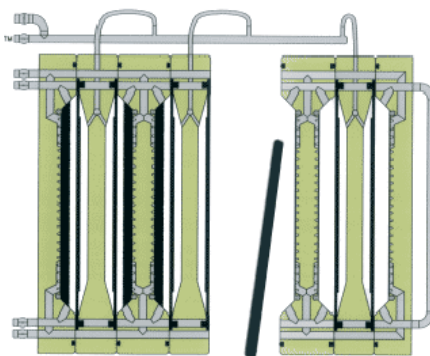
g. Vidange

Un rapide rinçage des tuyauteries est suivi de la vidange du filtre par simple phénomène de gravité.



h. Dédrêchage

Lors de l'ouverture du filtre par translation des éléments un par un, les drêches se décollent d'elles-mêmes des toiles et tombent dans le coffre à drêches prévu à cet effet. La séparation de ces éléments s'appelle le « débâtissage ». Après déchargement du dernier élément, l'ensemble des chambres est repoussé par un vérin hydraulique, refermant ainsi le filtre qui se trouve prêt à recevoir le nouveau brassin.



L'ensemble de ces opérations s'effectue en moins de 2 heures.

i. Evacuation des drêches. Temps requis : 15 à 20 minutes

Une vis placée sous la partie inférieure de la trémie entraîne les drêches vers l'expulseur d'où elles seront chassées par air comprimé à 4 bar vers un éventuel silo.

Après la filtration du moût, la perte de masse est de près de 30%.

Les toiles de filtration restent sur leurs plateaux toute leur vie durant, c'est à dire 2000 à 3500 brassins, y compris ceux durant le nettoyage. Le nettoyage a lieu, pour un filtre fonctionnant normalement, une fois par semaine. Les toiles sont lavées avec de la soude caustique (à une concentration de 1.5 à 2.5%) afin de les décolmater et donc d'éviter des prolongations de temps de cycles ainsi que des augmentations de pression.

Après avoir obtenu le moût, une solution de sucre, la filtration est terminée. Le moût est prêt pour la prochaine étape, le houblonnage, et les drêches sont revendues comme aliments pour le bétail.

LA FERMENTATION

Réalisé par Dubois Laurie-Anna et Lemaire Emilie



La fermentation.

1) Définition.

La fermentation est une oxydation incomplète de glucides le plus souvent par des micro-organismes. Par exemple, la fermentation alcoolique est la transformation du glucose en éthanol par des cellules de levure.

Il existe 4 types de fermentation :

1- La fermentation haute :

La fermentation haute dure de 5 à 6 jours et se produit à des températures élevées comprises entre 15°C et 25°C. Les levures utilisées dans la fermentation haute sont de type *Saccharomyces cerevisiae*. Ces levures remontent à la surface de la cuve en fin de fermentation et forment une couche épaisse au-dessus de la bière. C'est la levure idéale pour les bières spéciales. Ce système est utilisé pour les bières brunes ou rousses appelées bières « ale » et d'origine anglaise. C'est le procédé le plus répandu parmi les brasseurs artisanaux car le plus facile à mettre en œuvre et le moins onéreux. Cette fermentation produit plus d'alcool.

En Belgique, 25% des bières belges sont à fermentation haute. (Ex : Quintine et Palm dont nous avons visité les brasseries).

2- La fermentation basse :

Ce type de fermentation est appelé ainsi car lors de leur séjour dans la cuve de fermentation, les levures migrent au fond de la cuve. De plus, ces levures de type *Saccharomyces Uvarum* sont actives à des températures comprises entre 8°C et 10°C. Cette levure basse donne des bières fines, peu aromatiques, assez neutres faisant bien ressortir l'arôme et le goût du houblon. C'est la méthode employée pour les bières blondes, la plus utilisée en Europe.

Pour la fermentation basse, la fermentation dure de 7 à 8 jours. Ce qui donne une bière appelée « LAGER » ou « PILS ». C'est le procédé le plus répandu parmi les brasseurs industriels. Les bières de fermentation basse doivent fermenter plus longtemps et à des températures plus basses. Pour ce faire, on verse le moût dans une cuve et on le laisse reposer plusieurs jours. Après environ 8h une mousse apparaît en surface, la fermentation est bien entamée. Il est préférable d'enlever cette mousse pour ne pas détériorer le goût de la bière. On arrête la fermentation lorsque les levures sont floculées, c'est à dire qu'elles se tiennent en agrégat (réunion d'éléments juxtaposés, assemblage). La seule façon de le savoir est de regarder au microscope un échantillon de bière. On envoie ensuite le moût dans une cuve fermée par des bondes (trou rond pour y verser le liquide, bouchon qui ferme ce trou) et où le gaz carbonique seul pourra sortir. On doit s'assurer à ce moment que rien n'entre dans le moût.

3- La fermentation spontanée :

Les bières dont la fermentation est due aux levures présentes dans l'air. Les différentes variétés proviennent essentiellement de la région de Bruxelles, car il y subsisterait un microclimat favorisant le développement de ce type de levures.

Les bières spontanées (nom populaire : Lambic) :

Température de fermentation : 15°C à 20°C.

Ces bières se caractérisent par leur grande acidité.

4- La fermentation mixte :

Spécialité flamande cette fois, les vieilles brunes. Ce sont des bières de fermentation mixte. La première fermentation est une fermentation haute. La bière ainsi obtenue est ensuite conservée durant de long mois (18 mois à 2 ans) dans d'immenses fûts de chêne (60 000 litres pour les plus grands). Durant cette période de garde s'opère une sorte de fermentation spontanée, qui va apporter une certaine acidité à la bière. La vieille bière est soit vendue telle quelle (par ex. la Rodenbach Grand Cru), soit coupée avec la bière jeune (par ex. la Rodenbach).

2) La fermentation en elle-même.

1- La fermentation principale :

Une fois le moût refroidi on ajoute la levure. La fermentation débute habituellement en moins de 24h. Une légère mousse blanche apparaît à la surface du moût, et quelque temps après, de petites bulles de dioxyde de carbone, de plus en plus nombreuses, viennent y éclater.

La quantité de mousse à la surface du contenant augmente jusqu'à atteindre environ 8cm. Cette couche de mousse blanche est elle-même recouverte d'une mince pellicule brune, appelé les amers. Ces substances peuvent être enlevées, sans toutefois enlever toute la mousse ; les amers risquent de donner un goût âcre à la bière. Cette première étape est appelée fermentation principale et dure de 3 à 4 jours. C'est la phase la plus active de la fermentation : plus des $\frac{3}{4}$ du sucre est transformé en alcool au cours de cette étape.

2- La fermentation secondaire :

Après quelques jours, le taux de fermentation baisse, la quantité de bulles de dioxyde de carbone émise diminue, on entend plus pétiller le moût, c'est le début de la fermentation secondaire. La bière est alors soutirée du récipient ouvert qui a servi à la fermentation principale à un récipient plus fermé (ex : une cruche) où se fera la fermentation secondaire qui peut durer d'une à trois semaines.

Remarque : La cruche ou le récipient utilisé ne doit pas être fermé hermétiquement sans quoi il exploserait sous l'effet de la pression du dioxyde de carbone formé au cours de la fermentation.

La fermentation secondaire est moins active ou intense que la fermentation principale. Le nombre de bulles de dioxyde de carbone que l'on voit monter le long des parois de la cruche au début diminue peu à peu jusqu'à disparaître complètement après quelques semaines. A ce moment, tout le sucre a été transformé en alcool. Le moût qui, avant la

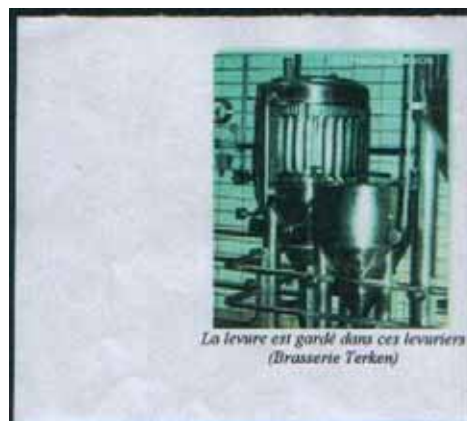
fermentation, était un liquide sucré, a été transformé sous l'action des levures en un liquide alcoolisé. On peut, à partir de maintenant, parler de bière.

A la fin de la fermentation secondaire la bière est habituellement bien clarifiée. Les levures et autres matières en suspension se sont déposées au fond de la cruche. Ce dépôt porte le nom de lie. A ce stade, l'addition de la gélatine peut aider à la clarification. Cependant, cette bière alcoolisée et clarifiée n'est pas prête à boire, elle est trop jeune et a besoin de mûrir encore 1 ou 2 mois. De plus, elle n'est pas gazeuse puisqu'on a laissé s'échapper le dioxyde de carbone produit au cours de la fermentation. La fermentation secondaire est une étape essentielle à l'obtention d'une bière de bonne qualité. Cette étape ne doit pas être omise.

3) La fermentation alcoolique.

L'importance de la levure lors de la fermentation : c'est elle qui permettra la fermentation du sucre contenu dans le malt en alcool et en dioxyde de carbone. Chaque bière utilise une levure propre puisqu'elle contribue au goût final du produit.

Il faut en moyenne 18 grammes de sucres par litre de jus à une levure pour fabriquer 1 degré d'alcool.



L'équation de la fermentation :

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Levures}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + \text{Q} + \text{énergie utilisable par les levures}$$

Glucose + dioxygène → éthanol + dioxyde de carbone + chaleur + énergie utilisable par les levures

Lors de la fermentation alcoolique, on peut observer :

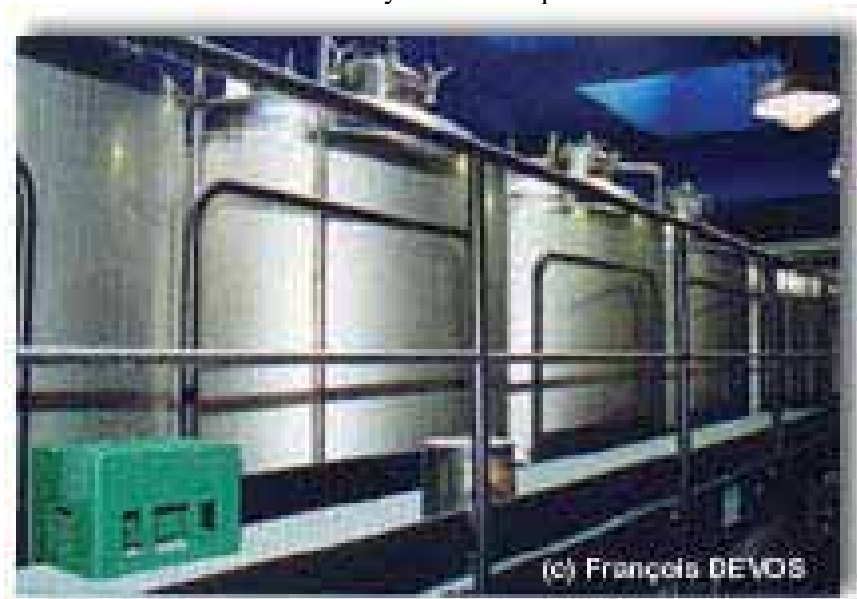
- Dégagement de dioxyde de carbone qui provoque un bouillonnement dans les cuves.
- Augmentation de la température, du cuvier et du moût.
- Intensification de la couleur, les matières colorantes sont solubles dans l'eau et le sont bien plus dans l'alcool.

- Changement d'odeur et de saveur, au début le liquide est sucré et à mesure de la fermentation il devient de plus en plus alcoolisé, un autre parfum apparaît.
- Diminution de la densité, transformation du sucre en alcool.
- Augmentation des volumes, dilatation des liquides par l'augmentation de la température et par le gaz carbonique qui s'échappe.

4) La fermentation en photos



Cuves cylindro-coniques.



Fermentation et garde se font souvent dans la même cuve.

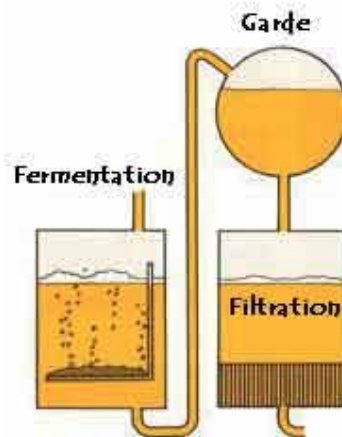
Travail réalisé par: C.Guarin
M.Nardella

LA GARDE



1) Qu'est-ce que la garde?

C'est une étape qui achève la fabrication de la bière, durant laquelle on la maintient à une température voisine de zéro degré, afin que la bière s'enrichisse en CO₂. Cette étape dure de 3 à 5 semaines et est précédée par la maturation qui arrête l'activité de la levure par floculation (agglutination des particules en suspension) en abaissant la température à moins de 5°C.



2) A quoi sert la garde?

La garde donne à la bière son caractère définitif et pétillant grâce à une saturation en CO₂. Elle sert aussi à clarifier la bière en précipitant les complexes tanno-protéiques (le tannin du houblon réagi avec les protéines du mou durant la fermentation) pour former le trouble froid, et éliminer les composés néfastes à son arôme. Cela grâce à la participation de certains peptides et acides aminés relâchés par la levure, ce qui a pour effet d'affiner le goût.

3) L'appareillage

Les réservoirs de garde sont soit des tanks métalliques, soit des foudres de bois (de moins en moins utilisés car ils coûtent cher et ils sont difficiles à entretenir). Les tanks sont cylindriques, à axe horizontal ou vertical.



4) Quelles sont les étapes de la garde?

1- Le traversage

C'est le passage de la cave de fermentation principale à la cave de garde. Il doit être effectué de façon à ce qu'il n'y ait pas de perte de dioxyde de carbone par la bière.

Si la cave de garde est située en dessous de la cave de fermentation, on laisse la bière s'écouler par gravité dans les tanks. Sinon on doit utiliser des pompes après avoir fait couler la bière dans un récipient placé à un niveau inférieur, afin d'éviter de pomper directement dans les cuves, où il y aurait risque d'agitation de la levure. Lors du traversage, on diminue la température de la bière jusqu'à 2,5°C.

2- La maturation

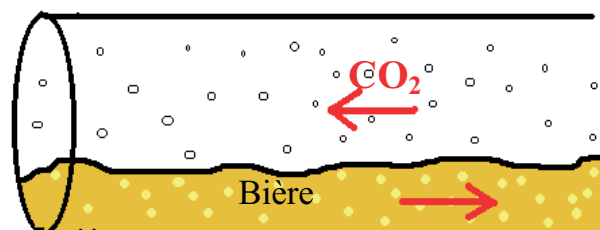
Cette étape dure 5 à 7 jours et se déroule à 5°C. L'activité de la levure s'arrête par floculation, et on pourra la récupérer par gravité pour les bières à fermentation basse (la levure se dépose au fond du tank), ou par pompage pour les bières à fermentation haute (la levure flotte à la surface du tank). A partir de ce moment, et jusqu'à la consommation, la bière ne sera plus en contact avec l'air grâce à la barrière de CO₂. La durée de la maturation augmente avec la teneur en alcool, la quantité de houblon et la quantité d'extrait de malt.

3- Garde des bières de fermentation haute

- **on clarifie par collage** : cette opération consiste à provoquer dans la bière un précipité de substances colloïdales (solides ou solutions liquides qui contiennent un corps sous forme de micelles = Agrogat de molécules ou d'ions dont la cohésion est assurée par des forces moléculaires) qui entraîne toutes les matières en suspension.

Pratiquement, on ajoute à la bière des colles animales ou végétales, le plus souvent de la colle de poisson. La colle dissoute dans une solution d'acide tartrique. Après un gonflement de quelques jours, on ajoute un peu de bisulfite pour assurer la conservation de la colle.

* **Le Chilling** est une garde de courte durée, sans fermentation secondaire, durant laquelle on refroidit la bière et on la sature de dioxyde de carbone. Il est appliqué également après une fermentation à basse température pour les bières légères. Dans le Chilling rapide, la bière ne reste que quelques jours en tanks, la levure se dépose, puis elle est refroidie dans un frigorisateur (faisceau de tuyau de cuivre refroidi à la saumure (eau salée)).



La meilleure saturation est obtenue par passage répété de la bière à travers un saturateur où la bière et le CO₂ circulent en sens opposés. Dans le Chilling lent, on laisse la bière se refroidir lentement dans le tank, qui tend à prendre peu à peu la température de la cave, que l'on maintient à 0°C. Au bout de quelques jours, la coagulation et la précipitation des matières glutineuse (= contenant du gluten) sont complètes, la bière ainsi décantée est alors saturée de gaz carbonique et filtrée.

4- Garde des bières de Fermentation basse

Les foudres ou les tanks de garde sont maintenus entre 0°C et 1°C. Comme le soutirage aère la levure, et lui donne un regain d'activité, le remplissage terminé, du gaz carbonique se dégage en entraînant des particules résineuses. Ceci est favorisé par la garde en foudres dont les parois en bois, isolantes, conservent la bière relativement chaude. On laisse alors la bière "cracher par bonde" pendant quelques jours. On contrôle aussi la clarification de la bière : en 24 heures, la bière doit être limpide. La garde dure normalement trois à sept semaines pour une bière présentant 11 à 12% d'extrait d'houblon.

On cherche à diminuer le temps de garde car plus la garde est prolongée, plus elle nécessite de nombreux tanks ce qui entraîne une immobilisation de capitaux.

5) description des cuves

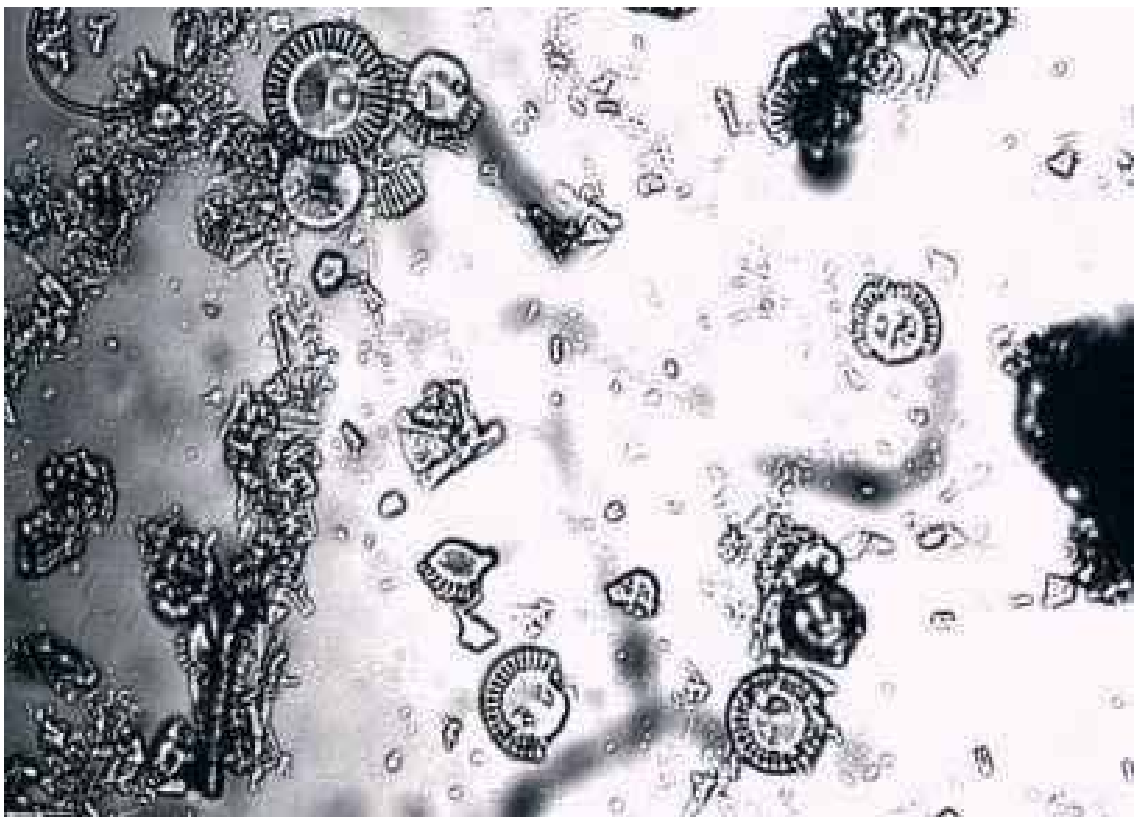
Les cuves de garde sont presque toujours cylindriques, à axe horizontal. Les cuves sont horizontales ou verticales. Les cuves horizontales peuvent être superposées entre des sortes de berceaux de fer. Les cuves verticales ont des fonds coniques ou convexes, plus résistants (plus grande surface) que les fonds plans. Deux cuves verticales peuvent être superposées (si le fond concave de la cuve supérieure repose sur le fond convexe de la cuve inférieure). Les cuves sont en inox. La cuve a pour limite supérieure le volume que l'on peut soutirer en une fois: elle doit, en effet, être pleine ou vide, car si elle était partiellement remplie, il y aurait une oxydation rapide de la bière. Leur capacité varie entre 100 et 1000 hl.

6) Pression exercée dans la cuve

La pression exercée par le CO₂ dans une cuve de garde peut varier. Si le brasseur choisit de ne pas faire refermenter la bière dans les bouteilles, la pression sera de l'ordre de 0,5 bar, alors que si on la fait refermenter, elle pourra atteindre 2 bars. Généralement le dégagement de dioxyde de carbone est suffisamment lent pour que l'on puisse fermer les cuves juste après le remplissage. En fait, on les ferme seulement à l'aide d'une soupape de sûreté.



2ème filtration de la bière



Dendievel Rémi & Debailleul Sébastien

La filtration de la bière (2)

- La perte de masse après cette filtration est infime.
- Toutes les matières provoquant la turbidité ont été retenues.
- La filtration de la bière n'est pas indispensable pour les bières à fermentation haute (Belgique, Royaume-Uni), qui ne représente que 5% de la production mondiale mais l'est bien pour les bières à fermentation basse (type Pils). Les bières non-filtrées en Belgique sont nombreuses : dans l'ensemble ce sont les blanches, certaines trappistes et les bières refermentées.

Pour éviter que les plaques (feuilles de carton) ne se bouchent trop rapidement, le brasseur utilise un adjuvant de filtration : le KIESELGUHR.

Presque toutes les grandes brasseries utilisent des « filtres à kieselguhr ».

Le kieselguhr (également appelé silice amorphe, terre diatomée non calcinée et diatomite)

Le kieselguhr est extrait de gisements, formés par les dépôts de carapaces siliceuses de microorganismes fossilisés se trouvant sur les fonds de certains lacs d'eau douce. Il est ensuite soumis à un traitement le transformant en poudre à pouvoir filtrant : le kieselguhr est réduit en poudre puis calciné vers 800°C. (poudre = coquillages broyés)

Cette poudre est alors injectée dans les conduites.

D'autre part, le kieselguhr ameublisse la texture et augmente la surface interne de la couche filtrante. Les couches filtrantes travaillent par tamisage. On qualifie de tamisante toute couche possédant des canaux ou des pores de diamètre inférieurs à ceux des particules en suspension dans la bière (ou le liquide) à filtrer. Au fur et à mesure que la bière passe à travers la plaque filtrante, les particules sont arrêtées à la surface et obstruent graduellement les pores. Il arrive un moment où la plaque est quasiment bouchée, le débit ralentit à tel point la filtration n'est plus possible. C'est particulièrement ennuyeux lorsque l'opération n'est pas terminée. Il faut alors changer de plaque filtrante. La filtration sur au kieselguhr constitue un bel exemple de tamisage.

Le kieselguhr a quelques inconvénients : il n'est pas gratuit et surtout, il n'est pas régénérable. Des études se font sur l'utilisation d'adjuvants régénérables.

Les petits brasseurs s'abstiendront de s'équiper d'un filtre à bière.

Nicolas BOUKO

LA PASTEURISATION.

Il convient de distinguer deux types de bière :

- les bières "vivantes" ou non pasteurisées(Quintine)
- les bières pasteurisées(la majorité des bières industrielles)

Qu'est-ce qu'une bière pasteurisée ?

Avant de répondre à cette question, parlons d'abord de Louis PASTEUR, biologiste et chimiste français, né à Dole le 27 décembre 1822.

Professeur et doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Lille, il se penche sur la conservation des boissons alcoolisées.

Suite à de nombreuses études sur la fermentation des liquides, il parvient à cibler les causes de l'acidification de ces derniers(la fermentation acétique)
En effet, le mycoderma aceti, micro-organisme, transforme l'éthanol en acide acétique, ce qui donne à la bière un goût aigre.

En 1865, il met au point la pasteurisation pour éliminer ces bactéries indésirables...



1- En quoi consiste la pasteurisation ?

La pasteurisation est un procédé qui consiste à chauffer, pendant quelques minutes, un liquide à des températures de 55 à 70°C. Elle se fait en l'absence d'air. Cette méthode permet de détruire les bactéries pouvant causer l'acidification de la bière

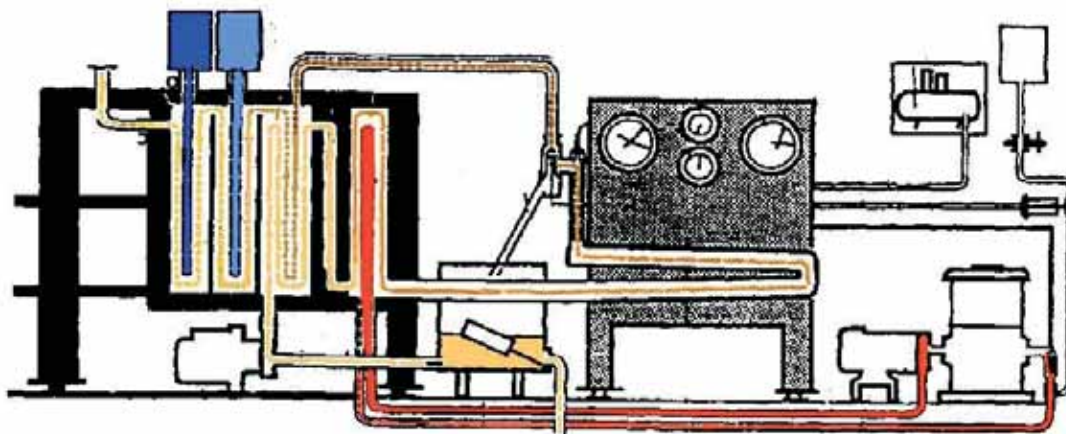
La pasteurisation n'altère ni la composition ni la saveur ni la valeur nutritive du liquide, tout en permettant une meilleure conservation de celui-ci.

Les bières légères sont généralement pasteurisées après mise en bouteilles par un procédé U.H.T. (Ultra High Temperature : 141° c pendant 2 secondes) semblable à celui des laiteries. Cette technique est de moins en moins utilisée.

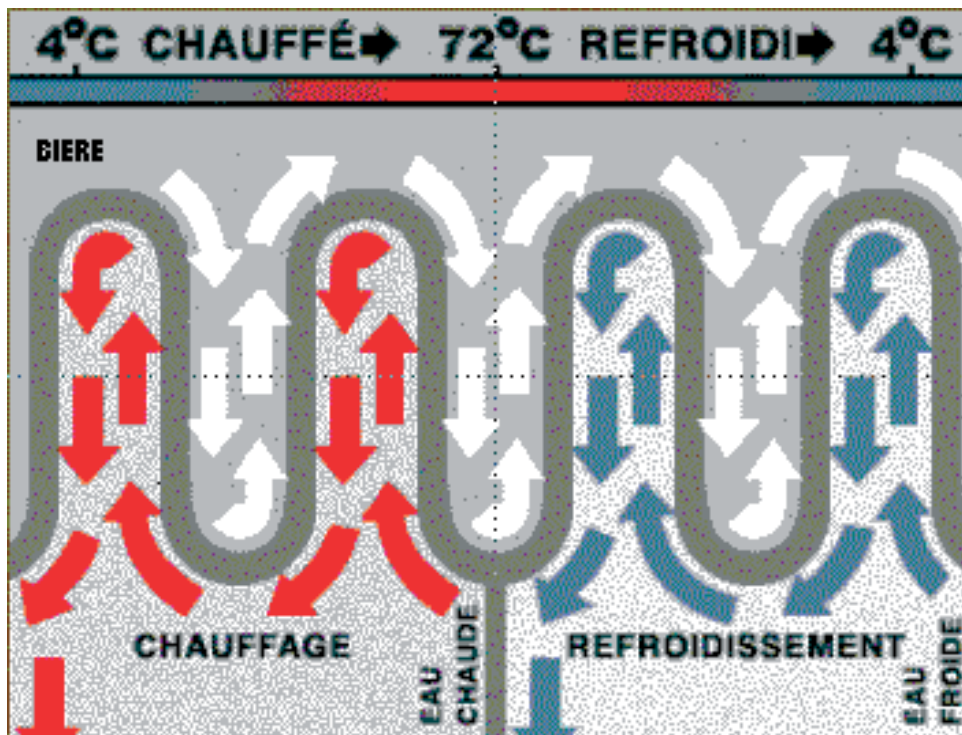
Les bières plus élaborées sont plutôt pasteurisées avant le conditionnement. Lors de la mise en bouteilles, elles sont à nouveauensemencées en levures particulières. Le brasseur entretient cette seconde fermentation en bouteilles pendant environ 2 mois à 20°C.

Il est à noter que la pasteurisation peut être réalisée en bouteilles ou en vrac. Après le capsulage, les bouteilles sont trempées dans une eau de plus en plus chaude, jusqu'à 65-75°C. Elles séjournent à cette température pendant 20 à 30 minutes puis elles sont refroidies par de l'eau de plus en plus froide. Cette méthode, qui a l'avantage de pasteuriser les liquides dans leurs bouteilles d'expédition, a l'inconvénient de nécessiter de gros appareils et tend à être remplacée par la pasteurisation en vrac. La pasteurisation basse (de 63°C à 65°C pendant 30 minutes) dans une cuve a pratiquement disparu au profit de la pasteurisation haute (de 72°C à 75°C pendant 15 secondes).

La machine à pasteuriser



Principe de la pasteurisation



Quelle eau utiliser ?

Un litre de bière nécessite 5 à 10, voire 15 litres d'eau pure répartis entre différents secteurs : fabrication proprement dite d'une part, nettoyage et stérilisation des cuves d'autre part. Les brasseurs ont très vite compris la nécessité de recourir à une eau dont les propriétés bactériologiques et physico-chimiques sont irréprochables. Actuellement, chaque pays dicte ses propres recommandations concernant la dureté, l'alcalinité, et les teneurs en sels minéraux de l'eau dont il a besoin.

Il est essentiel d'utiliser une eau de qualité constante car elle est le milieu dans lequel s'opèrent toutes les transformations chimiques qui donneront naissance à une bière de qualité. Mais, il n'existe pas d'eau idéale pour le brassage. Les sels minéraux qu'elle contient exercent une influence capitale sur les saveurs.

Ainsi, le brasseur utilise ou modifie les différentes caractéristiques de son eau suivant le type de bière qu'il désire produire, par exemple : neutraliser l'acidité, ajouter des sels minéraux...

L'embouteillage de la bière

Les 3 étapes principales sont :

1) Le soutirage

2) Le capsulage

3) L'étiquetage



Travail réalisé par : Desmet A.

Février S.

Van Malderen T.

1) Le soutirage

Van Malderen T.



A la fin de sa fabrication, la bière passe directement dans la soutireuse : c'est une machine permettant de prélever la bière dans les cuves de garde et de remplir les bouteilles ou les fûts. Une brasserie possède généralement plusieurs soutireuses munies chacune de nombreux becs de remplissage (plusieurs dizaines). Le soutirage est effectué de façon isobarométrique (même pression) pour les bouteilles comme pour les fûts et le dispositif utilisé est analogue. Il existe deux types de soutireuses :

1- Premier type :

Grâce à une pompe à vide, le vide est fait dans la bouteille puis, celle-ci est remplie. Ce système peut avoir une capacité de 50 000 b/h. La bière est généralement soutirée entre 2°C et 4°C. La pression dans les bouteilles est contrôlée par l'injection de CO₂ en ligne. Ce CO₂ provient soit de bombones, soit de la récupération du CO₂ produit lors de la fermentation primaire. Il faut cependant faire exception des bières refermentées en bouteille qui elles sont soutirées à environ 18°C et dont le CO₂ provient de cette refermentation. La concentration de CO₂ voulue est directement proportionnelle à la quantité de sucre ajoutée juste avant l'embouteillage, sous forme de glucose liquide par exemple.

Afin d'éviter la formation de mousse à l'intérieur de la soutireuse, il faut y maintenir une contre pression de CO₂. Si la contre-pression de CO₂ est trop faible, alors la bouteille se remplit de mousse. Par contre si la contre-pression de CO₂ est trop élevée, alors la mousse ne se forme pas dans la bouteille. L'idéal est qu'un peu de mousse se forme dans la bouteille évitant ainsi l'entrée d'air ce qui favoriserait les phénomènes d'oxydation.

Pour les bouteilles, on compte environ 1 gramme de CO₂ par % d'alcool. Autrement dit, une pils aura 5 g de CO₂ par litre tandis qu'une bière à 8 % d'alcool aura environ 8 g de CO₂ par litre. Il conviendra cependant de ne pas dépasser 9 g, seuil de saturation.

2- Second type :

Le vide n'est pas fait à l'intérieur des bouteilles. Lorsqu'elles sont remplies, l'oxygène présent dans les bouteilles est chassé par une canule. Ce système réduit la production de 40 % par rapport au système précédent.

Remarque :

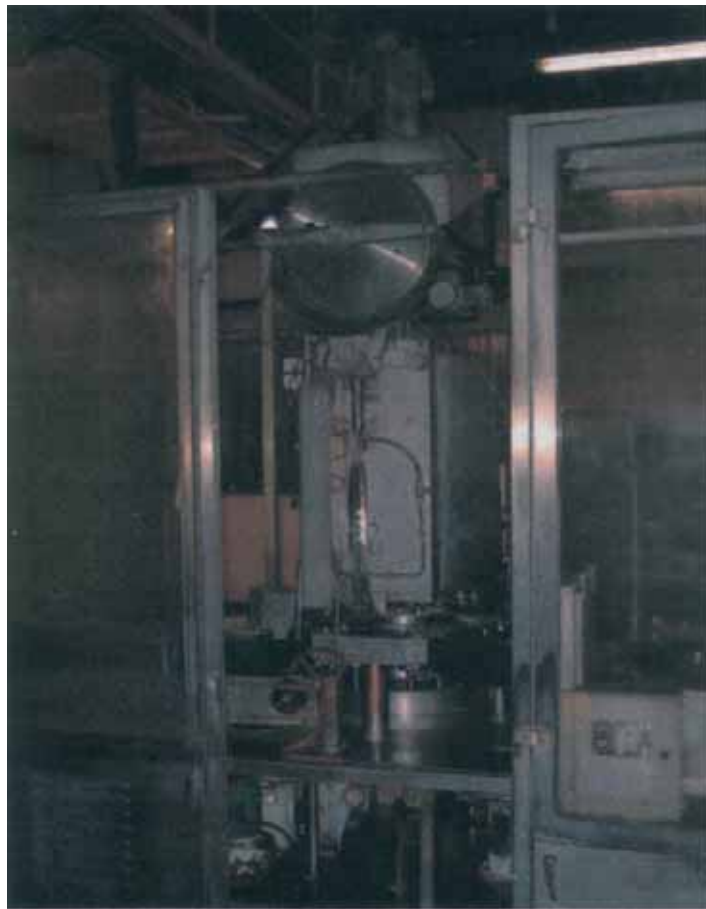
Lorsque l'embouteillage ne se fait pas sur le site de fabrication, la bière est transportée par des citernes (exemple : les cannettes de Palm sont conditionnées en Hollande).



2) Le capsulage

Après la soutireuse, la bouteille est immédiatement capsulée pour éviter la présence d'oxygène dans la bouteille car cet oxygène est un oxydant et diminue donc dans le temps de conservation de la bière. La soutireuse et la capsuleuse sont l'une à côté de l'autre: seulement deux bouteilles séparent ces deux machines. Grâce à cette distance très courte, la bière a tout juste le temps de former un champignon de mousse de gaz carbonique avant d'être capsulée. Les capsules tombent ensuite dans la capsuleuse par la seule loi de la gravité. Les bouteilles sont alors directement capsulées.

Les bouteilles de plus grande capacité (75 Cl) sont généralement bouchées à l'aide de bouchons de liège. L'utilisation des bouchons de liège pour les bouteilles de 75 cl ou de 37,5 cl est uniquement due à des questions de marketing: le consommateur a donc l'impression de boire de la bière « de luxe ». Cependant, ces bouchons sont moins hygiéniques que les capsules (décomposition des bouchons,...), et ils sont aussi plus chers.



capsuleuse

3) L'étiquetage



Il existe deux procédés d'étiquetage : l'impression au laser et l'impression au jet d'encre.

Parlons de l'impression laser.

1-Définition du mot laser

Laser est l'acronyme de l'anglais **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation (amplification de la lumière par émission stimulée de radiation). Lors de sa découverte dans les années 60, les scientifiques pensaient que le laser allait créer plus de problèmes que de solutions, or aujourd'hui, il est extrêmement présent dans la vie de tous les jours.


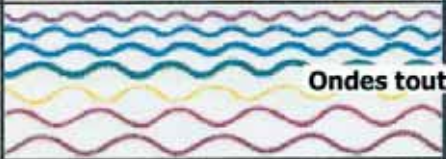



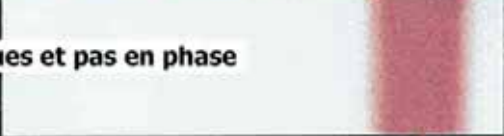



2- Composition de la lumière

La lumière est constituée de photons, il s'agit de « grains de lumière ». A chacun de ces photons est associée une onde qui se propage dans l'espace. Cette onde est propre au photon.



Elle est caractérisée, comme toutes les ondes, par sa longueur d'onde et son amplitude.

3- Comparaison entre les différents types de lumière

type de lumière	carctéristiques des ondes lumineuses	spectre correspondant
lumière solaire 	 Ondes toutes différentes	
lumière ordinaire rouge 	 Ondes indentiques et pas en phase	
lumière rouge à laser 	 Ondes identiques en phase	

4- Les propriétés générales du laser.

La lumière laser est :

- monochromatique : La lumière laser est constituée d'une seule longueur d'onde et donc d'une seule couleur.
- cohérente : Les ondes lumineuses sont en phase.
- très localisée dans l'espace : de part la géométrie du laser, le faisceau lumineux est très fin contrairement aux sources lumineuses classiques. Il est dit localisé dans l'espace. (par opposition à la torche électrique)



5- La puissance du laser.

Chaque photon est porteur d'énergie et à cause des propriétés de la lumière laser, beaucoup de photons frappent une petite surface à chaque instant. L'énergie fournie par le faisceau en un point est donc énorme.

Quelques exemples d'énergies lumineuses.

Source	Puissance (W)	Intensité (W/m ²)
Soleil	4×10^{26}	(à la surface de la terre) 1400
Ampoule à incandescence	100	(à 1 m de l'ampoule) 8
Laser hélium-néon	5×10^{-3}	1100
Laser à CO ₂	20	4×10^6

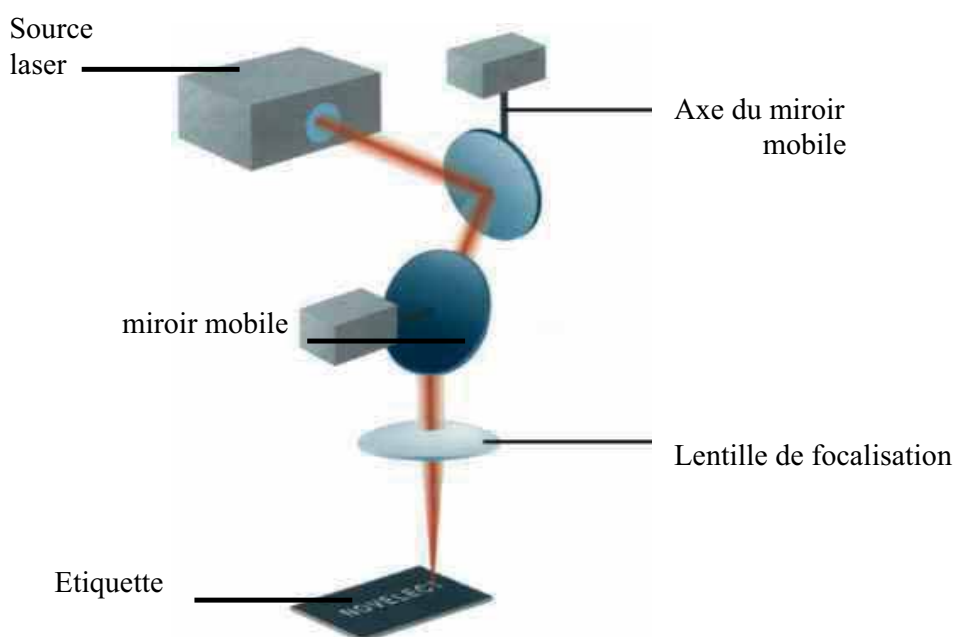
6- Quelques applications.

Le laser est utilisé dans de très nombreux domaines. Par exemple : la soudure, la découpe de matériaux très durs, la lecture de cd, les pointeurs lasers, la médecine, les spectacles, le nettoyage, ...

Une application particulière : le marquage des étiquettes de bouteilles.

Le marquage des étiquettes de bouteilles est réalisé par le déplacement du faisceau laser. On utilise pour ce faire des lasers pulsés de faible énergie (laser solide, YAG). Le déplacement du faisceau est obtenu grâce aux mouvements combinés de deux miroirs sur lesquels se reflète le faisceau laser. Lorsque le laser touche la surface devant être marquée, un échauffement se produit et la surface est brûlée ou l'encre se trouvant sur celle-ci est décapée.

Schéma du principe de fonctionnement :



L'utilisation de ce procédé de marquage sert surtout pour marquer différentes informations sur les emballages tels que : des codes-barres, des dates de péremption, des numéros de lots, ...



Remerciements

Les professeurs et les élèves de l'athénée Jules Bara de Tournai tiennent à remercier toutes les personnes qui, par leurs compétences spécifiques, les ont aidés à la réalisation de ce projet :

- Les ministres de l'enseignement secondaire : M^{me} Arena et M^r Hazette
- La préfète de l'athénée Bara : M^{me} Cuignez
- Les universitaires suivants : M^{me} Pirard (ULB), M^r Bourdaud'hui (ULB Céria), M^r Vermander (ULB)
- Les brasseries Quintine, Brunehaut, Caulier ainsi que la brasserie des géants d'Ath
- L'entreprise MEURA de Peruwelz