Le conditionnement en fûts à soda

Version 0.1

Olivier Delloye

10 février 2006

1 Les fûts à soda

Un fût à soda est un fût en acier inoxydable d'une capacité de 19 litres (ou 5 gallons US), destiné à recevoir, comme son nom l'indique, une boisson gazeuse sucrée. Il diffère donc d'un « vrai » fût à bière, mais est d'une utilisation beaucoup plus aisée, et se prête très bien à une utilisation par les brasseurs amateurs.

1.1 Principe

Pour simplifier, un fût à soda est un gros cylindre muni sur le dessus d'un couvercle et de deux connecteurs mâles (l'un pour l'arrivée du gaz, et l'autre pour la sortie de la boisson). Il est censé supporter des pressions allant jusqu'à 9 bars, ce qui est bien supérieur à nos besoins (2 bars au maximum). La photo 1 vous montre à quoi ressemble un fût à soda.

Fig. 1 – Fût à soda

1.1.1 L'intérieur du fût

L'ouverture du couvercle nous permet de voir les entrailles de la bête.

FIG. 2 – Intérieur d'un fût à soda

On y découvre tout d'abord, un petit tube en inox relié au connecteur « entrée/gaz » (cf. photo 3(a)), et un autre tube, également en inox mais beaucoup plus long puisqu'allant jusqu'au fond du fût, relié au connecteur « sortie/liquide » (cf. photo 3(b)).

(a) Gaz

(b) Liquide

FIG. 3 – Connecteurs et tubes

Vous devinez alors facilement le principe général de fonctionnement : le gaz entre dans le fût via le petit tube et pousse la bière qui sort alors par le long tube.

1.1.2 Le couvercle

Le couvercle présente à une de ses extrémités une soupape de surpression (cf. photo 4), qui s'ouvre lorsque la pression dans le fût atteint un niveau trop élevé, aux environs de 9 bars – ce qui ne devrait jamais vous arriver. Elle est d'une grande utilité pour purger le fût ou le dépressuriser.

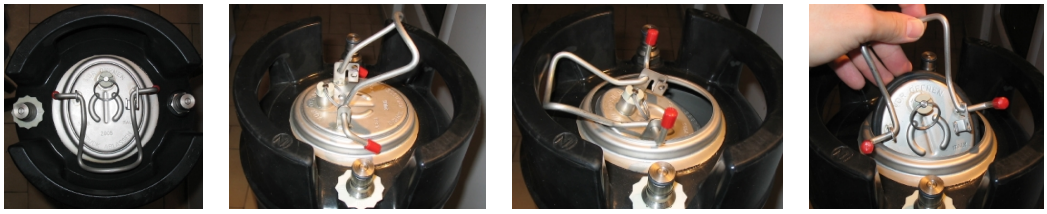
(a) Soupape fermée

(b) Soupape ouverte

FIG. 4 – Soupape de surpression

L'ouverture du couvercle se fait en soulevant l'arceau métallique qui le maintient fermé. **ATTENTION, il faut toujours s'assurer que le fût n'est plus pressurisé avant d'ouvrir le couvercle**. Et rien de plus simple que de dépressuriser le fût : il suffit de tirer sur l'anneau de la soupape de surpression.

Les photos 5(a) à 5(d) détaillent l'opération d'ouverture du couvercle :



(a) (b) (c) (d)

FIG. 5 – Démontage du couvercle

Pour remettre le couvercle, il suffit de procéder dans l'ordre inverse.

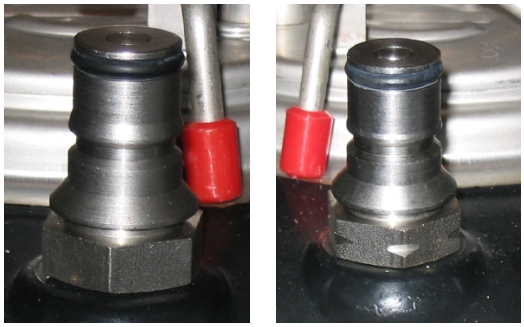
1.1.3 Les connecteurs

Bien que d'aspect très similaire, les connecteurs « gaz » et « liquide » sont en fait légèrement différents au niveau de leur taille (le connecteur gaz est plus petit que le connecteur liquide) afin d'éviter une inversion des branchements[1], dont je vous laisse imaginer l'effet dévastateur...

Ils sont constitués d'un corps de connexion dans lequel prend place une petite soupape. Sur certains connecteurs, cette soupape peut être démontée et remplacée si nécessaire.

Les connecteurs peuvent être montés/démontés avec une clef plate six pans de 22 mm, ou mieux et plus pratique, avec une douille longue – également 6 pans de taille 22 mm. À noter tout de même que certains fûts ont un connecteur « gaz » à 12 pans, et non 6.

Une autre différence entre les connecteurs « gaz » et « liquide » est la présence sur la base du connecteur « gaz », d'entailles aux intersections des pans constituant l'hexagone (pour les connecteurs à 6 pans) ou le dodécagone (pour les connecteurs à 12 pans).



(a) Connecteur « liquide » (b) Connecteur « gaz »

FIG. 6 – Connecteurs

[1] Vous verrez dans la section 1.2 qu'il existe en fait une autre grande famille de fût, dont les connecteurs sont plus simplement différentiables.

1.1.4 Les tubes

Les deux tubes ont leur extrémité supérieure aplatie, afin de permettre le blocage du joint torique d'étanchéité. Pour les connecteurs dont la soupape est amovible, cette partie supérieure aplatie sert également de support aux pattes des soupapes.

1.2 Les différents types de fûts

Il existe principalement deux grandes familles de fûts : les fûts Coca-Cola et les fûts non-Coca-Cola (également appelés fûts Pepsi-Cola). En dehors de considérations liées à leurs dimensions, la principale différence entre ces deux types de fûts réside dans les connecteurs « gaz » et « liquide ».

Dans le cas des fûts non-Coca-Cola, que je vous ai présentés précédemment, le principe de fixation – appelé *ball-lock* – est le même que celui des embouts de tuyau d'arrosage.

Les fûts Coca-Cola utilisent eux un système d'ergots – appelé *pin-lock*. Ces ergots, au nombre de deux pour le connecteur « gaz » et de trois pour le connecteur « liquide », jouent un rôle de détrompeur, permettant ainsi d'éviter de connecter le tuyau de gaz sur la sortie bière, et inversement.

Étant équipé en fûts non-Coca-Cola, je ne traite dans ce document que de ce type de fût. Néanmoins, en dehors des aspects spécifiques liés aux connecteurs, tout est applicable également aux fûts de type Coca-Cola.

2 Les accessoires

2.1 Le cylindre de CO_2

2.1.1 Le cylindre

Le cylindre contient le CO_2 qui servira d'une part à la carbonatation de la bière et d'autre part à fournir la pression permettant d'expulser la bière hors du fût.

Les cylindres de CO_2 existent en différentes tailles. Ils peuvent être soit achetés, soit loués (moyennant le dépôt d'une caution).

Dans le cas où vous êtes propriétaire de votre cylindre, il vous incombe de lui faire passer périodiquement une réépreuve (ou requalification) auprès d'un organisme autorisé par la DRIRE de votre département (plus connue sous le nom de « services des Mines »). Son remplissage est aussi bien entendu de votre responsabilité.

Si vous avez opté pour la solution louée, le grossiste (débitant de boissons) auquel vous vous serez adressé procédera à un échange standard une fois le cylindre vide.

Le choix d'une solution plutôt que l'autre dépend beaucoup de votre production/consommation, et de la possibilité que vous avez de faire appel à un débitant de boissons dans votre région.

J'ai pour ma part opté pour l'achat du cylindre, avec rechargement dans des magasins de *paintball*. Il a une contenance de CO_2 de 2 kg, ce qui permet de carbonater et servir entre 6 et 8 fûts de bière.

2.1.2 Le CO_2

Le CO_2 est présent sous deux formes à l'intérieur du cylindre : sous forme liquide et sous forme gazeuse. Lorsque le cylindre est rempli, la très grande majorité du CO_2 se trouve sous forme liquide, avec une faible couche gazeuse sur le dessus.

Plus vous videz le cylindre, plus la proportion occupée par la partie gazeuse augmente, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de CO_2 sous forme liquide, mais uniquement gazeuse.

C'est la pression exercée par la partie gazeuse que vous mesurez si vous mettez un manomètre en sortie de cylindre. Tant que votre cylindre contient du CO_2 sous forme liquide, la pression reste constante, pour ne dépendre que de la température à laquelle vous stockez le cylindre, comme indiqué sur le tableau 1.

Température	Pression en sortie du cylindre de CO_2
20 °C	57 bars
15 °C	51 bars
10 °C	45 bars
5 °C	40 bars
0 °C	36 bars

TAB. 1 – Pression en sortie du cylindre de CO_2

Une chute de pression en sortie de cylindre ne sera observée qu'une fois la quasi-totalité du CO_2 sous forme liquide disparue, *grosso modo* quand il ne restera plus qu'entre 10 et 20% de la contenance maximale du cylindre (ce qui signifie, dans le cas d'un modèle de 2 kg, qu'il est quasiment vide).

2.2 Le régulateur de CO_2

Le régulateur de CO_2 est l'accessoire qui vous permettra, comme son nom l'indique, de réguler la pression de CO_2 que vous allez appliquer à votre fût. Il possède en général deux jauges : l'une permettant la mesure de la pression à l'intérieur du cylindre de CO_2 (la jauge haute-pression), et l'autre pour la pression à l'intérieur de votre fût (la jauge basse-pression)[2].

FIG. 7 – Régulateur de CO_2

La jauge haute-pression n'est pas indispensable : comme vu précédemment, la valeur indiquée sera constante quasiment jusqu'à ce que le cylindre de CO_2 soit vide. La baisse soudaine vous indiquera alors qu'un rechargement/échange rapide s'impose.

Vous trouvez ensuite au centre du régulateur une grosse vis de régulation de la pression. Attention, elle se manipule dans le sens contraire d'une vis normale : pour augmenter la pression, il faut la tourner dans le sens des aiguilles d'une montre, et pour diminuer la pression, en sens contraire.

[2]Sur le régulateur de la photo 7, la jauge haute-pression est graduée de 0 à 250 bars, et la jauge basse-pression de 0 à 6 bars.

Certains régulateurs sont également équipés d'une soupape de surpression, permettant d'éviter un endommagement accidentel.

Enfin, une vanne de sortie (deux sur le régulateur de la photo 7) permet d'ouvrir ou d'arrêter l'alimentation en gaz du fût.

3 Mise en service et test d'étanchéité

La vérification de l'étanchéité est une opération à réaliser avant la première mise en service, que le fût soit reconditionné ou neuf : une fuite non détectée, aussi minime soit-elle, peut entraîner dans le meilleur des cas un vidage prématuré du cylindre de CO_2, et dans le pire des cas, 19 litres de bière répandus dans la cuisine...

Il est également opportun de réaliser ce test périodiquement, typiquement après chaque démontage/remontage complet du fût.

3.1 Tuyaux et connecteurs

Il est tout d'abord nécessaire de s'assurer que les différents points de fuite potentielle des ensembles d'arrivée de gaz et de service de la bière sont hermétiquement montés. Deux types de fixation existent sur le système :

- écrou/vis : il faut alors s'assurer que l'écrou est fermement vissé sur la tige filetée l'accueillant ;
- embout/tuyau : il est impératif de toujours utiliser un collier de serrage (quelle que soit sa nature : à vis, à une oreille, à deux oreilles, etc.) sur ce type de raccord.

3.2 Branchement du système

La première chose à faire est de s'assurer que tous les robinets et vannes sont correctement fermés : robinet du cylindre de CO_2 (il s'agit plus d'un acquis de conscience, car si ce robinet était ouvert, vous vous en seriez sûrement déjà aperçu !), vanne de sortie du régulateur et vis de régulation du régulateur.

Toutes ces vérifications effectuées, vous pouvez connecter le tuyau d'arrivée de gaz au régulateur de CO_2, en serrant fermement l'écrou.

Une fois cette opération terminée, fixez le régulateur sur le cylindre de CO_2, sans oublier d'insérer le joint fourni entre le cylindre et le régulateur (serrez là aussi fermement l'écrou).

L'autre extrémité du tuyau d'arrivée de gaz peut ensuite être attachée au connecteur « gaz » du fût, et le tuyau de service de la bière au connecteur « liquide ».

Voilà, votre système est maintenant assemblé, il ne vous reste plus qu'à tester son étanchéité.

3.3 Réalisation du test

Ouvrez tout d'abord le robinet du cylindre de CO_2. L'aiguille de la jauge haute-pression du manomètre doit alors indiquer une valeur (40 bars dans mon cas) et ne plus osciller. Aucun bruit d'échappement de gaz ne doit se faire entendre.

Ouvrez ensuite la vanne de sortie du régulateur, puis régler la pression sur 1,7 bars en tournant la vis du régulateur dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que la jauge basse-pression indique la pression désirée.

Vérifier ensuite minutieusement la totalité des connexions et branchement à l'aide d'un détecteur de fuites de gaz[3], en pulvérisant un peu de liquide sur :

- le raccord régulateur / cylindre de CO_2 ;
- le raccord tuyau d'arrivée de gaz / régulateur ;
- le raccord connecteur « gaz » / tuyau d'arrivée de gaz ;
- le couvercle du fût et sa soupape de surpression ;
- le connecteur « liquide ».
- le raccord connecteur « liquide » / tuyau de service de la bière ;
- le raccord tuyau de service de la bière / robinet.

Si vous n'apercevez aucune bulle, c'est que tout est bien fixé, et qu'aucune fuite n'est à déplorer. Dans le cas contraire, il faudra revisser/resserrer la connexion à l'origine de la fuite. Si la fuite vient du couvercle, il peut s'agir d'un problème de contact entre le joint torique du couvercle et le fût. Vous pouvez alors essayer de mettre un peu de graisse alimentaire – ou à défaut de l'eau chaude – sur ce joint avant de fermer le couvercle, afin qu'il se positionne bien et adhère correctement au fût.

Refermez ensuite la vanne de sortie du régulateur et débranchez le tuyau de gaz du fût. Laissez le fût ainsi pressurisé quelques jours. Vérifier ensuite que la pression à l'intérieur n'a pas bougé, en utilisant le régulateur de CO_2 comme un manomètre :

- assurez-vous que la vis du régulateur est complètement fermée ;
- dépressurisez le tuyau d'arrivée de gaz en ouvrant la vanne du régulateur puis en appuyant sur le petit tube en plastique situé à l'intérieur du connecteur « gaz » femelle (la jauge basse pression doit alors normalement indiquer 0) ;
- refermez la vanne du régulateur et connectez le tuyau d'arrivée du gaz sur le connecteur « gaz » du fût ;
- ouvrez la vanne du régulateur, mais laissez la vis de régulation fermée.

La valeur affichée sur la jauge basse-pression vous donne alors la pression à l'intérieur du fût. Elle doit être identique à la pression avec laquelle vous avez fait le test. Si vous constatez un petit écart, il peut être non pas dû à une fuite, mais à une différence de température du gaz dans le fût entre les deux mesures de pression.

4 Nettoyage – désinfection

Nous arrivons maintenant à l'une des étapes qui vous fera le plus apprécier d'avoir abandonné les bouteilles : le nettoyage et la désinfection.

Je vais vous présenter deux méthodes de nettoyage / désinfection : fût monté et fût démonté. À noter que mes explications sont basées sur l'utilisation de Chemipro Oxi, un nettoyant / désinfectant à base d'oxygène actif ne nécessitant pas de rinçage. Si vous utilisez un produit différent, il vous faudra probablement adapter la méthode.

4.1 Fût monté

Nettoyer / désinfecter son fût en l'état est relativement simple : commencez par le remplir environ à moitié d'eau chaude (soit une dizaine de litres) et versez-y les 40 g de Chemipro Oxi requis. Fermez le couvercle, et laissez reposer le fût une petite dizaine de minutes. Imaginez ensuite que c'est une bouteille d'Orangina ou un *shaker* et secouez-le, secouez-le, secouez-le.

[3] Si vous n'avez pas de produit spécial, vous pouvez très simplement en réaliser un vous-même, à partir d'un pulvérisateur en plastique que vous aurez préalablement rempli d'eau savonneuse.

Laissez-le ensuite reposer une petite dizaine de minutes à l'envers, ce qui n'est pas bien difficile étant donné la présence de protections en caoutchouc sur le dessus du fût.

Une fois cette phase terminée et le fût remis à l'endroit, branchez les deux tuyaux (gaz et bière). Ouvrez ensuite la vanne du régulateur et réglez la pression sur une valeur assez faible (entre 0,2 et 0,3 bar). Il ne vous reste plus qu'à ouvrir le robinet de service de la bière (de préférence au dessus d'un récipient pouvant contenir une dizaine de litres !) pour vider le fût. Si le débit de sortie n'est pas assez élevé, vous pouvez augmenter la pression sur le régulateur de CO_2.

L'intérêt de vider le fût de la sorte est que vous nettoyez / désinfectez en même temps le tuyau de service de la bière et le robinet.

Une fois le fût complètement vidé, ramener la pression de CO_2 à 0 et refermez la vanne de sortie du régulateur. Débranchez les deux tuyaux et laisser séchez le tuyau « bière ». Dépressurisez ensuite le fût en tirant sur la soupape de surpression puis ouvrez et retirez le couvercle. Il ne vous reste plus alors qu'à laisser sécher le fût à l'envers.

4.2 Fût démonté

Je ne rentrerai pas dans les détails, car il s'agit d'un nettoyage traditionnel : après avoir démonté les différentes pièces du fût (connecteurs, tubes et couvercle), il suffit de les laisser tremper dans une solution de Chemipro Oxi, avant de les laisser sécher et de remonter le fût.

5 Remplissage

Le remplissage d'un fût ressemble beaucoup au soutirage réalisé entre les fermentations primaire et secondaire. À une exception près : il est possible – et conseillé –, pour éviter l'oxydation de la bière, de purger le fût avec du CO_2.

5.1 Purge du fût

Le principe de la purge est relativement simple :
- fermer le couvercle du fût et brancher l'arrivée de gaz ;
- régler le régulateur de CO_2 sur une pression d'environ 0,5 bar ;
- ouvrir la vanne de CO_2 du régulateur (le sifflement caractéristique du remplissage doit alors se faire entendre) ;
- une fois le fût rempli de CO_2 (i.e. plus aucun bruit audible au niveau du régulateur), attendre une dizaine de secondes et tirer quelques secondes sur la soupape de surpression du couvercle pour permettre à l'air présent dans le fût de sortir[4] ;
- répéter cette opération de « remplissage de CO_2 / expulsion de l'air » deux fois ;
- refermer la vanne du régulateur et débrancher l'arrivée de gaz du fût.

En retirant le couvercle, vous pourrez alors constater dans le fût une sorte de nuage blanc (cf. photo 8) : c'est la couche protectrice de CO_2 ! Inutile de vous précipiter pour remettre le couvercle, le CO_2 étant plus lourd que l'air, il ne s'échappera pas.

5.2 Transvasement/soutirage

La technique ici est habituelle, puisqu'il s'agit d'un simple siphonnage. D'autant plus simple que, le fût étant rempli de CO_2, aucun risque d'oxyder la bière si le tuyau va bien jusqu'au fond du fût.

[4] L'air étant moins lourd que le CO_2, c'est lui qui est expulsé en premier

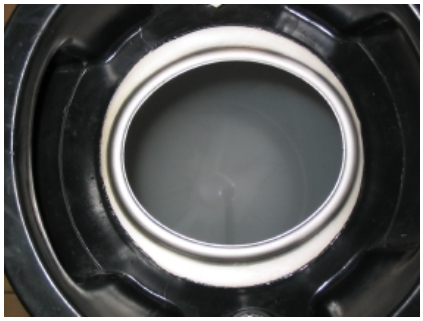


FIG. 8 – Nuage de CO_2

Attention, si en sortie de fermentation vous pensez avoir obtenu plus de 19 litres, prenez bien garde de ne pas trop remplir le fût : le petit tube de gaz ne doit pas être immergé, au risque de voir de la bière remonter vers le régulateur (il faut laisser un espace d'environ 5 cm).

5.3 Expulsion de l'air

Cette dernière étape n'est théoriquement pas indispensable si l'air a été purgé au début, et si le fût est assez rempli. Néanmoins, par acquis de conscience, il est préférable de le faire dans tous les cas : l'oxydation d'une bouteille de 33 cl est dommageable, mais celle d'une bouteille de 19 l est désastreuse.

Le process ressemble beaucoup à celui de la purge initiale du fût :

- brancher l'arrivée de gaz sur le fût ;
- régler la pression sur le régulateur à 0,5 bar ;
- attendre quelques secondes que le sifflement cesse, et tirer brièvement sur la soupape de surpression du couvercle ;
- répéter cette opération de « remplissage de CO_2 / expulsion de l'air » deux fois ;

Ça y est, vous voilà avec un fût rempli de bière, et à l'abri de l'oxydation.

6 Fermentation secondaire

Les fûts à soda sont parfaitement adaptés pour la fermentation secondaire. Deux grandes « écoles » existent quant à l'utilisation du fût comme fermenteur secondaire :

- les « traditionnels », qui transvasent la bière dans un nouveau fût une fois la période de fermentation secondaire terminée ;
- les « paresseux » (dont je fais partie), qui servent la bière directement à partir du fût dans lequel a été réalisée la fermentation secondaire.

Par ailleurs, et indépendamment de l'appartenance à une famille ou l'autre, certains brasseurs préfèrent couper l'extrémité inférieure du long tube (de sortie de la bière) d'un bon centimètre, afin d'éviter de récupérer les sédiments et autres impuretés qui se déposent au fond du fût pendant la fermentation secondaire.

J'ai pour ma part préféré conserver les longs tubes intacts : couper le tube revient à laisser quelques centilitres de bière au fond du fût. Quitte à se séparer d'une partie du précieux nectar, je préfère récupérer les sédiments avec le premier verre, et jeter le tout si c'est vraiment imbuvable !

6.1 Utilisation simple

Le fût est ici utilisé à la manière d'un fermenteur secondaire traditionnel : une fois la fermentation primaire terminée, la bière est siphonnée dans le fût (purgé préalablement de son oxygène, cf. section 5.1) puis le fût entreposé à la température adéquate. Deux possibilités alors pour laisser le gaz s'échapper : soit une dépressurisation régulière à l'aide de la soupape située sur le couvercle, soit un tuyau relié d'un côté au connecteur « gaz » et de l'autre côté à un petit récipient rempli de solution stérile[5].

Une fois la fermentation secondaire terminée, le soutirage vers le fût de service se fait des plus simplement, sans aucun risque d'oxydation. Il vous faut pour cela tout d'abord purger le fût de service, puis bloquer la soupape de dépressurisation en position ouverte. Les connecteurs « liquide » des deux fûts sont ensuite raccordés par un tuyau. Il ne reste alors plus qu'à injecter un peu de gaz dans le fût contenant la bière pour que celle-ci, poussée par le CO_2, migre vers le fût de service.

6.2 Utilisation combinée

C'est la solution la plus simple et la moins coûteuse – sur tous les plans. Une fois la fermentation primaire terminée et le fût rempli, il suffit de laisser la bière reposer tranquillement la durée voulue, avant de la carbonater (cf. section 7). Pendant cette période, vous avez le choix : dépressuriser régulièrement le fût, ou au contraire garder le CO_2 produit pendant la fermentation secondaire, et initier ainsi la carbonatation. Faisant partie des paresseux parmi les paresseux, je laisse la fermentation suivre son cours, le CO_2 s'accumuler, et je ne touche plus au fût jusqu'à la carbonatation !

7 Carbonatation

Bien qu'il soit possible de carbonater « naturellement » (i.e. avec du sucre pour provoquer une refermentation) un fût à soda, je ne décrirai ici que la carbonatation dite « forcée ». Vous rencontrerez sûrement au fil de vos lectures / discussions des détracteurs de la carbonatation forcée au motif qu'elle f(er)ait perdre du goût à la bière. En ce qui me concerne, mes sens ne doivent pas être assez développés, car je n'ai jamais constaté de perte de qualité...

7.1 Niveau de carbonatation

Il vous faut tout d'abord déterminer quel volume de CO_2 vous voulez dans votre bière. Les valeurs typiques pour différents styles de bière sont détaillées dans le tableau 2,

De nombreuses listes bien plus complètes sont disponibles sur Internet, comme par exemple celle du site *The Beer Recipator*[6]. Mais comme vous le verrez dans le section 8, l'équilibrage final du système dépendant du niveau de carbonatation de la bière, il est plus simple de ne conserver qu'un seul niveau de carbonatation pour tous les types de bière (ma préférence personnelle va à un niveau d'environ 2,4 volumes).

7.2 Détermination de la pression

Une fois le volume choisi, il vous faut calculer la pression à appliquer au fût pour parvenir à carbonater la bière conformément à votre choix. Il existe pour cela une formule, dépendant du

[5] Il s'agit du même principe que celui mis en œuvre pour une fermentation primaire sans barboteur.

[6] `http://hbd.org/cgi-bin/recipator/recipator/carbonation.html`

Type de bière	Volumes de CO_2
Ale anglaise	1,5 - 2,0
Porter, stout	1,7 - 2,3
Ale belge	1,9 - 2,4
Lager européenne	2,2 - 2,7
Ale et lager américaines	2,2 - 2,7
Lambic	2,4 - 2,8
Lambic fruitée	3,0 - 4,5
Bière de froment	3,3 - 4,5

TAB. 2 – Niveau de carbonatation de certains styles de bière

volume désiré, mais également de la température de la bière (plus un liquide est froid, meilleure est sa capacité d'absorption du CO_2) :

$$P = -16,6999 - 0,0101059 \times T + 0,00116512 \times T^2 + 0,173354 \times T \times V + 4,24267 \times V - 0,0684226 \times V^2$$

Attention, cette formule est en unités américaines, à savoir psi pour la pression et °F pour la température. Une fois la formule saisie dans votre tableur favori, et les conversions adéquates réalisées, vous obtenez simplement les abaques représentés figure 9.

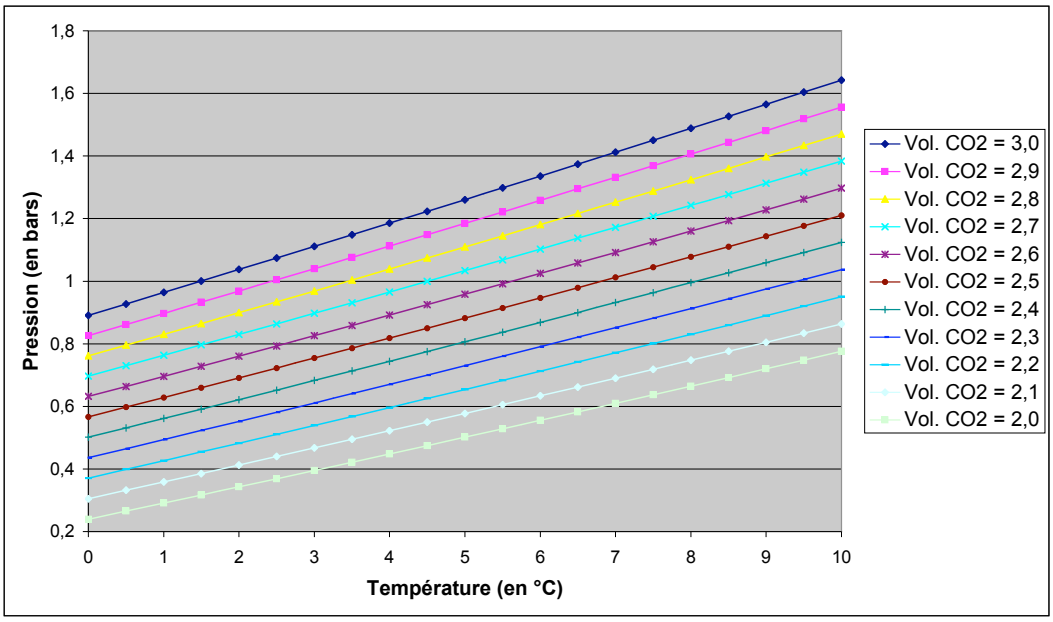


FIG. 9 – Abaque de carbonatation

La température de mon réfrigérateur dédié étant d'environ 5°C, et le volume que je souhaite obtenir de 2,4, j'en déduis donc qu'il me faut pressuriser mon fût à 0,8 bar.

Ces valeurs ne sont bien entendu qu'approximatives et ne servent qu'à donner une idée de la plage de réglage de la pression en sortie de régulateur.

7.3 Pressurisation

Une fois la pression déterminée, il ne reste plus qu'à brancher le connecteur de gaz sur le fût, ouvrir la vanne de sortie du régulateur, et le régler progressivement jusqu'à la valeur correcte (0,8 bar dans mon cas).

Le plus dur reste toutefois à venir : attendre environ deux semaines que la bière soit carbonatée au volume souhaité ! Il existe bien des méthodes permettant d'accélérer ce process (surpressurisation du fût, secouage continu du fût pendant une heure pour augmenter la surface d'échange entre la bière et le gaz, etc.), mais je ne les présenterai pas ici car elles sont plus sources de risque qu'autre chose. Qui plus est, ces deux semaines permettent également à la bière de gagner en maturité.

8 Équilibrage du système et service de la bière

Vous voilà presque au bout de vos efforts : la bière est prête et n'attend plus qu'à atterrir dans votre gosier. De là, deux possibilités : soit vous buvez la bière façon Homer Simpson – c'est-à-dire allongé sur le dos avec le robinet au dessus de la bouche –, soit vous utilisez un verre.

Dans le premier cas, aucun réglage particulier, vous ne vous rendrez compte de rien ! Mais si, comme moi, vous préférez la méthode traditionnelle, il reste une dernière opération, plus complexe qu'elle n'y paraît, et souvent source de frustration si elle est mal étudiée : l'équilibrage. Le système doit en effet être équilibré si vous ne voulez pas servir des verres de mousse.

Les deux principales causes d'un excès de mousse sont un débit de service trop important et une élévation de la température de la bière[7].

Concernant la température, si le tuyau de service de la bière et le robinet sont à demeure dans le réfrigérateur, aucun souci particulier. Il faut donc se focaliser sur le débit en sortie du robinet.

La valeur couramment préconisée est de 1 gallon US par minute, ce qui équivaut *grosso modo* à remplir un verre de 50 cl en 8 sec.

Le débit de votre installation va dépendre de deux facteurs : la pression de service réglée sur votre régulateur et la résistance au flot présentée par le système lui-même. Le but est d'obtenir l'égalité suivante :

$$P_{service} = R_{système} + P_{expulsion} \tag{1}$$

où $P_{service}$ est la pression de service de la bière ;
$R_{système}$ est la résistance du système à l'écoulement ;
$P_{expulsion}$ est la pression nécessaire pour pousser la bière hors du fût.

La pression nécessaire pour pousser la bière hors du fût est généralement considérée comme valant aux alentours de 0,04 bar (du moins pour ce type d'installation).
L'équation 1 devient donc :

$$P_{service} = R_{système} + 0,04 \tag{2}$$

Pour des questions de simplicité, la pression de service est fixée comme égale à la pression de carbonatation déterminée précédemment (cf. section 7), soit 0,8 bar dans mon cas. Cela évite ainsi de devoir modifier le réglage du régulateur de CO_2 avant et après chaque remplissage de verre...
Nous obtenons donc :

$$0,8 = R_{système} + 0,04 \tag{3}$$

[7] Rappelez-vous les principes présentés dans la section 7 et l'influence de la température sur la capacité d'un liquide à absorber le CO_2.

soit

$$R_{système} = 0,76 \tag{4}$$

La résistance totale du système dépend principalement de trois facteurs :

- la gravité ;
- la résistance du robinet ;
- la résistance du tuyau.

Sur ces trois paramètres, deux sont – quasiment – fixes : la gravité et la résistance du robinet. Nous allons donc jouer sur la longueur du tuyau pour moduler la résistance à l'écoulement du flot de bière.

La gravité Son influence sur la résistance du système est d'environ 1,13 mbar/cm, où la distance à prendre en compte est la hauteur constatée entre le niveau de bière et le robinet.

La résistance liée à la gravité est assez difficile à estimer de façon précise : non seulement le niveau de bière diminue dans le fût à mesure que vous consommez, mais en plus il n'est pas garanti que vous teniez le robinet toujours à la même hauteur.

Une bonne approximation consiste toutefois à considérer que le robinet se trouve sur le haut du fût, et que celui-ci est à moitié rempli. Cela donne donc environ une hauteur de 30 cm, soit une restriction de 34 mbar, ou encore 0,03 bar pour simplifier. Cela représente moins de $\frac{1}{20}$ème du total. L'approximation réalisée ici n'est donc pas vraiment problématique.

La résistance du robinet Elle est tout aussi faible que celle liée à la gravité, du moins dans le cas du robinet en plastique utilisé ici. Une trentaine de millibars est là aussi une bonne approximation.

Nous avons donc pour l'instant environ 0,06 bar de résistance fixe dans notre système (gravité + robinet), à opposer au 0,76 bar de pression à compenser. Les 0,7 bar manquants devront donc nous être apportés par le tuyau.

La résistance du tuyau En plus de la longueur, deux paramètres jouent sur la résistance du tuyau : le diamètre intérieur[8] et le matériau. Je ne connais pas la résistance exacte de mon tuyau (je n'ai pas pris la peine de contacter le fabricant), mais j'ai retenu la valeur de 5 mbar/cm, ce qui semble correct pour ce type de tuyau (son diamètre intérieur est de 4mm).

J'en déduis donc que pour obtenir une résistance totale de 0,7 bar, il me faut 1,4 m de tuyau.

Étant donné l'extrême précision de la méthode, il est préférable de conserver une certaine marge ! J'ai donc pour ma part commencé par un tuyau de 2 mètres, que j'ai réduit par tranche de 10 cm. Il fait aujourd'hui 1,60 m, et ne rétrécira probablement plus.

Pour conclure, inutile de vous faire des nœuds au cerveau. Les tuyaux en plastique sont en général vendus au mètre : si vous avez un diamètre intérieur compris entre 4 et 5mm, prenez deux mètres et ajustez à l'expérience ! Qui plus est, tous ces calculs ne sont que des approximations, la résistance à l'écoulement n'étant en réalité pas linéaire.

9 Les fournisseurs

Je finis cet article par un petit mot sur les fournisseurs. Si les revendeurs habituels proposent quasiment tous des systèmes à base de fût à soda, je suis personnellement très satisfait

[8] Plus le diamètre intérieur est faible, plus grande est sa résistance à l'écoulement.

d'une société allemande spécialisée dans ce type de conditionnement, CanDirect (`http://www.candirect.de`), qui en plus de prix très compétitifs, possède un service clientèle de grande qualité.