ETUDE DES DIFFERENTS SYSTEMES D'EMBOUTEILLAGE DU VIN

H. HAUBS
Laboratoire de chimie et de microbiologie du vin
SEITZ-WERKE, Bad Kreuznach (R.F.A.).

Pour la mise en bouteilles du vin, on peut établir une distinction entre les procédés et les systèmes d'embouteillage.

Dans la pratique, les premiers n'ont d'intérêt que si l'on procède à la stabilisation microbiologique du vin au moment de la mise en bouteilles (1) ; dans ce cas, le vin doit être mis en bouteilles soit après stérilisation à froid (avec ou sans addition de pyrocarbonate d'éthyle ou avec addition d'acide sorbique), soit à chaud, à 55° C environ. Du point de vue microbiologique, ce sont soit les levures (dans le cas des vins contenant du sucre résiduel), soit les bactéries, qui constituent un danger. Le procédé d'embouteillage a pour but de détruire les microorganismes (par la chaleur ou par l'addition de produits de conservation) ou de les éliminer complètement par filtration stérile.

En revanche, les systèmes d'embouteillage se rapportent aux principes techniques des machines d'embouteillage. Il existe dans ce domaine un grand nombre de méthodes qui doivent être étudiées selon leur importance. Tous ceux qui procèdent à la mise en bouteilles du vin, stérile ou non, ont à se préoccuper du système d'embouteillage.

Afin d'établir une classification des machines d'embouteillage (2), on peut, comme dans toutes les tentatives de ce genre, utiliser différents critères. De prime abord, le plus important nous semble être de distinguer entre les tireuses à niveau constant et les tireuses volumétriques (fig. 1).

Les tireuses à niveau constant permettent d'obtenir une hauteur de remplissage déterminée dans la bouteille, quelle que soit la taille de celle-ci. Si la taille de la bouteille varie, le volume contenu varie également mais la partie vide, ou plutôt la distance entre la surface du liquide et la partie supérieure de la bouteille reste toujours la même. Toutes les tireuses à niveau constant permettent d'obtenir une hauteur de remplissage régulière

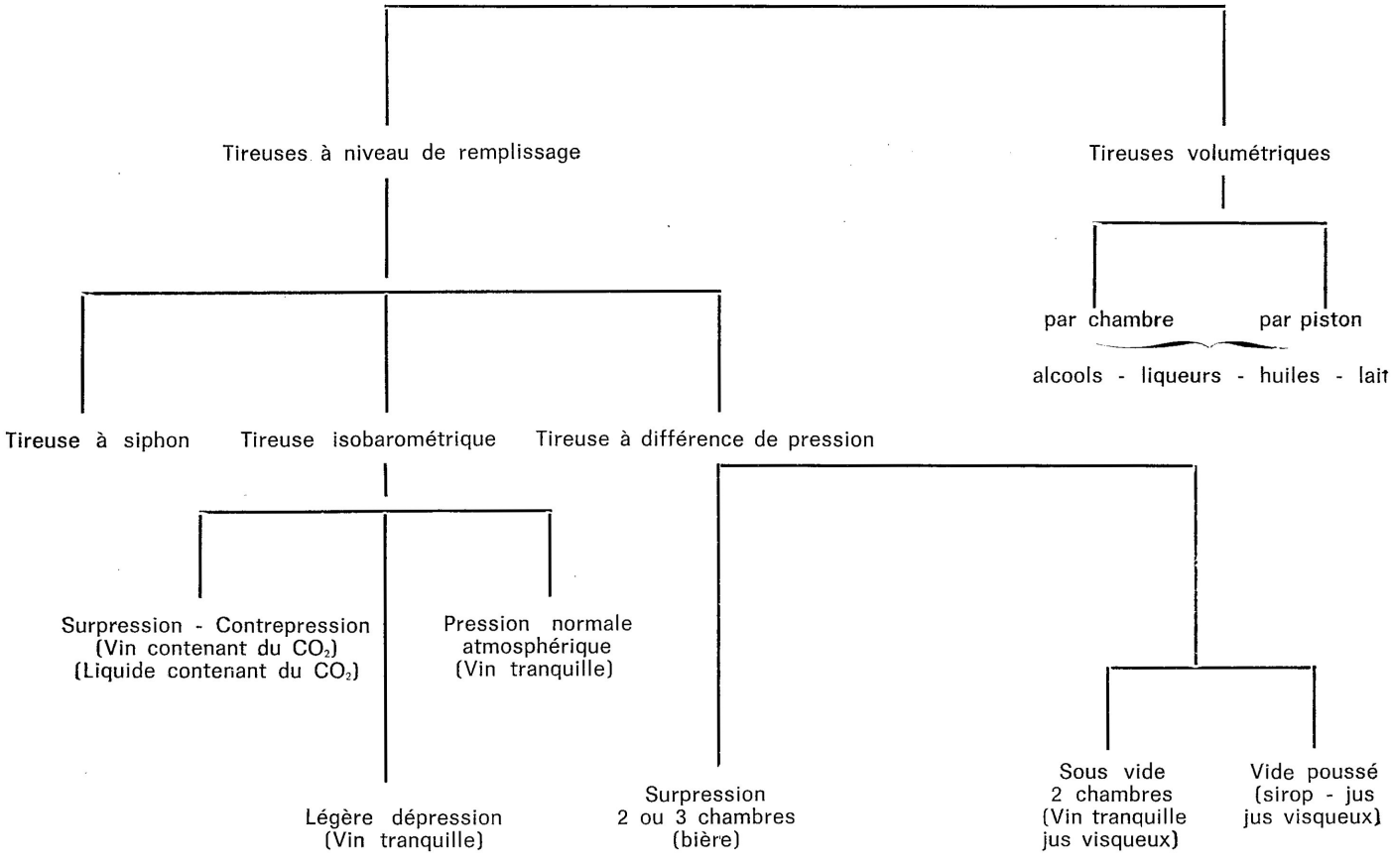


Fig. 1 — Classification des systèmes de tirage.

mais ne se soucient pas du volume contenu dans la bouteille. Avec ce type de machine d'embouteillage, c'est donc essentiellement de la bouteille que dépend le volume du liquide ; il n'est pas toujours certain que celle-ci contienne effectivement le volume prévu initialement.

Il en va tout autrement pour les tireuses volumétriques (doseuses). Dans ce cas, la quantité de liquide mis en bouteilles est exactement déterminée. Si la bouteille est trop petite, le liquide déborde ; si la bouteille est trop grande, il reste une partie vide ; même les bouteilles de taille identique n'ont pas un volume suffisamment régulier pour que la hauteur de remplissage soit toujours égale lorsqu'on utilise une tireuse volumétrique. Les différences sont relativement importantes, essentiellement à cause du col étroit des bouteilles ; c'est pour cette raison que les tireuses volumétriques ne sont que très rarement utilisées pour la mise en bouteilles du vin. On peut envisager cependant leur utilisation, par exemple pour le tirage des spiritueux dans des chopes en terre ou dans le cas de bouteilles dont le goulot est recouvert d'une collerette afin que le consommateur ne puisse pas s'apercevoir des différences éventuelles de hauteur de remplissage. Nous sommes donc placés dans une situation paradoxale où il arrive que le consommateur réclame un volume exact, uniquement parce que la hauteur de remplissage dans la bouteille varie peu.

Les règlementations nationales et celles en cours de préparation dans le cadre de la CEE, spécifient cependant bien que le consommateur doit avoir effectivement le volume indiqué, dans les limites déterminées, même lorsqu'on utilise des tireuses à niveau constant. La fabrication des bouteilles est si précise de nos jours que les variations du « contenu moyen des bouteilles » sont insignifiantes. A l'avenir, ces variations autorisées vont être encore sévèrement réglementées. Il serait donc judicieux de ne pas exiger, comme on a pensé à le faire, l'utilisation des tireuses volumétriques pour les boissons, mais de continuer à laisser au soutirage à niveau constant la prééminence pour la mise en bouteilles des boissons, donc le vin. Sur le plan de la technique de l'embouteillage, il ne serait actuellement pas possible de mettre en bouteilles des boissons gazeuses par exemple, avec des tireuses volumétriques. En fin de compte, les tireuses volumétriques ont elles aussi leurs limites qui, dans certains cas, peuvent être plus importantes que celles des tireuses à niveau constant.

Cependant, les tireuses volumétriques peuvent prendre plus d'importance dans l'avenir avec le développement des emballages perdus utilisés pour les boissons.

Dans le groupe des tireuses volumétriques il existe deux principes.

Dans **les tireuses volumétriques à godets** (fig.2) un récipient réglable, mais qui reste fixe pendant le remplissage, détermine le volume. Ce type de machine est utilisé de préférence pour les boissons très fluides comme les spiritueux.

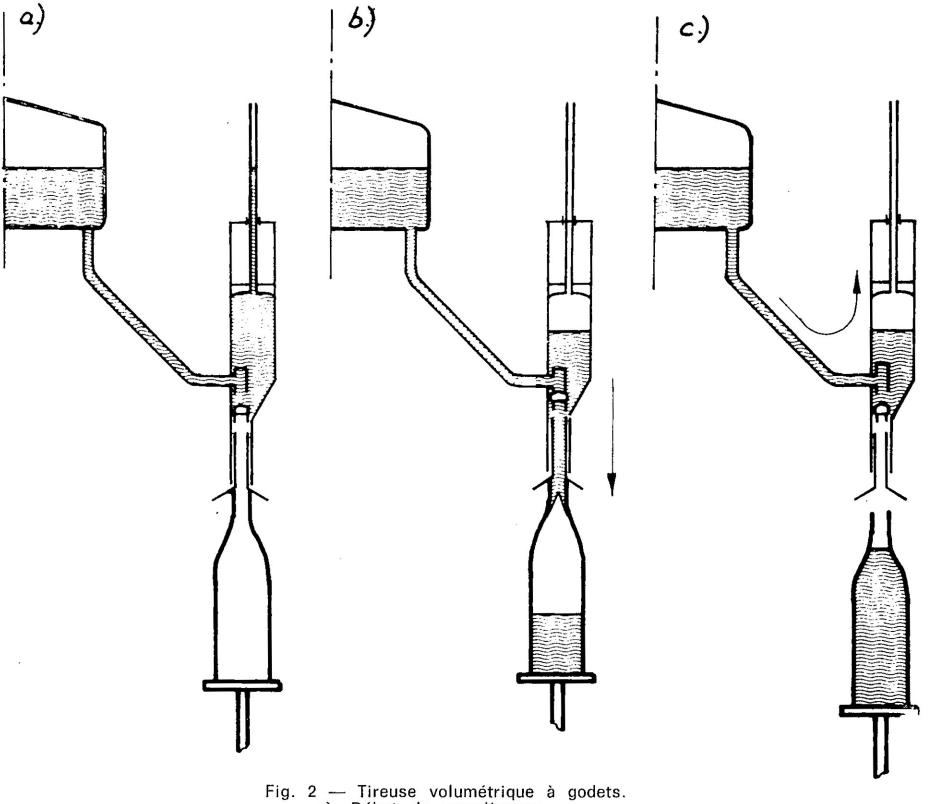


Fig. 2 — Tireuse volumétrique à godets.
a) Début du remplissage
b) Remplissage
c) Fin du remplissage

Les tireuses volumétriques à piston (fig. 3) possèdent un piston mobile qui comprime le liquide pour le faire pénétrer dans la bouteille ; ces machines sont donc particulièrement indiquées pour les liquides visqueux (sirops). On trouve fréquemment ce type de tireuses en début de chaîne d'embouteillage de limonade.

Pour la mise en bouteilles du vin, **les tireuses à niveau constant** sont d'une importance primordiale. On peut les subdiviser en tireuses à une

ou à plusieurs chambres. Le critère principal, en ce qui concerne la technique de l'embouteillage, n'est pas ici le nombre des chambres, mais la pression à l'intérieur du système d'embouteillage. En effet, les tireuses

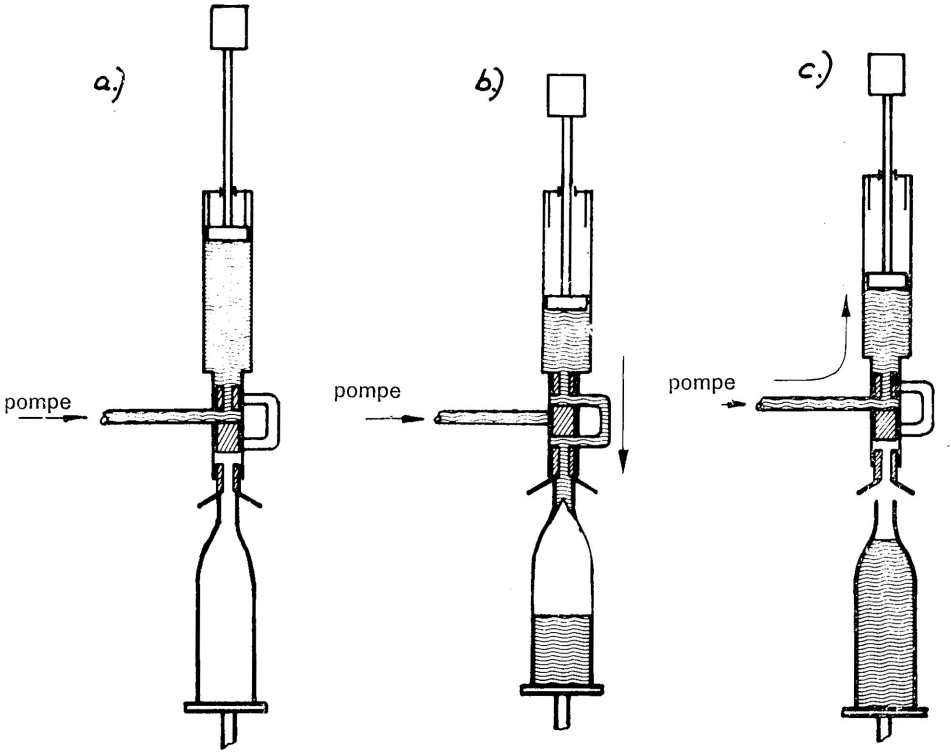


Fig. 3 — Tireuse-doseuse à piston.
a) Début de remplissage
b) Remplilssage
c) Fin de remplissage.

à une chambre sont toujours des tireuses isobarométriques ; ceci signifie que le liquide à mettre en bouteille se trouve à la même pression que la partie gazeuse de la tireuse, ainsi que — pendant le remplissage — la partie gazeuse de la bouteille à remplir. La pression d'embouteillage est alors sans importance ; ce peut être soit une surpression (6 bars par exemple dans les machines de tirage sous pression), soit une faible dépression (moins de 400 mm WS par exemple dans le cas des tireuses à dépression), soit une pression égale à la pression atmosphérique (tireuses à pression normale). La classification entre tireuses isobarométriques, sous pression, sous vide et à pression normale ne doit pas faire oublier que dans ces trois systèmes, la pression demeure toujours la même pendant le remplissage. Les indications de pressions sont données par rapport à la pression atmosphérique.

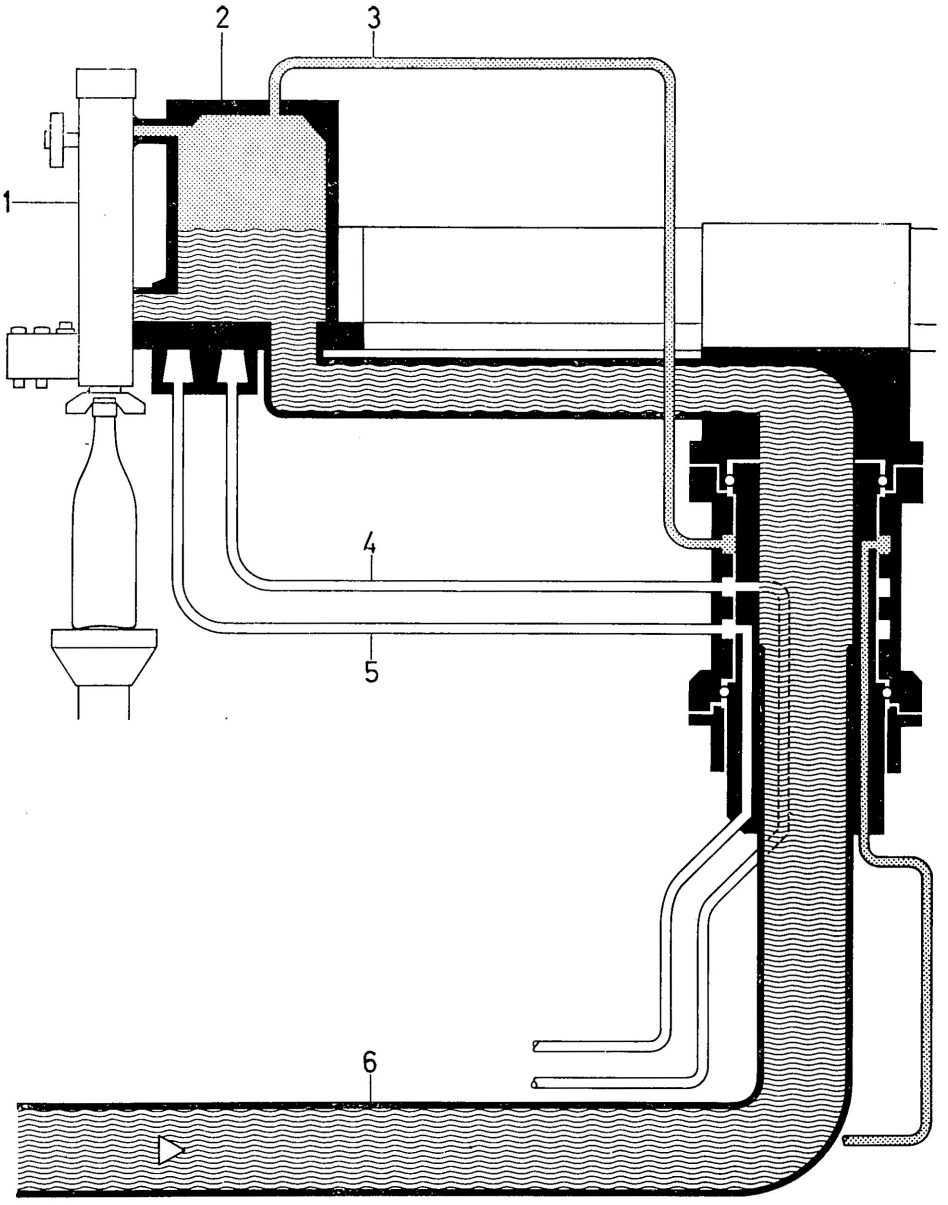


Fig. 4 — Tireuse à surpression à chambre unique

1 - Vanne de remplissage
2 - Réservoir
3 - Conduit de contre-pression
4 - Conduit d'évacuation du CO_2
5 - Conduit d'évacuation
6 - Conduit d'arrivée du liquide.

Le groupe des tireuses à une chambre (tireuses isobarométriques) est le plus important dans le cas de l'embouteillage du vin ; les trois variantes sont toutes très répandues. L'utilisation de tireuses à surpression (fig.4) est indispensable pour la mise en bouteilles de boissons contenant du gaz carbonique ; c'est le cas des vins mousseux et des vins champagnisés ainsi que pour les boissons légèrement gazeuses, surtout lorsqu'elles sont mises en bouteilles à chaud.

Le principe d'embouteillage des tireuses à surpression est nécessairement plus compliqué que celui des tireuses à pression normale. Les liquides contenant du gaz carbonique doivent, dès le début rester en surpression pour éviter que le gaz ne s'échappe.

Pour cela, une mise sous pression initiale de la bouteille doit précéder l'écoulement du liquide ; à la fin du remplissage avant que la bouteille pleine ne soit retirée du bec de remplissage, doit intervenir ce qu'on appelle le délestage ; on désigne par là une adaptation progressive de la pression de la bouteille à la pression atmosphérique, dans le but d'éviter une trop forte effervescence du contenu de la bouteille. Les machines d'embouteillage à contre-pression constituent, depuis ces dernières années, un progrès technique particulièrement important. Les tireuses à cloche ont, presque entièrement, été remplacées par les tireuses à canal circulaire. Les systèmes de becs de remplissage se sont développés, depuis ceux des robinets à boisseau jusqu'àux dispositifs sans tuyaux, en passant par le robinet-vanne et la soupape de remplissage. Les efforts pour tenir à l'abri de l'air le liquide à embouteiller ont soulevé un intérêt particulier (prévidage et lavage des bouteilles). Nous reviendrons plus en détail sur ce point.

Les tireuses à dépression (fig 5) sont utilisées exclusivement pour l'embouteillage des liquides non gazeux. Elles présentent les avantages suivants sur les tireuses à surpression : construction simple, meilleure sécurité de fonctionnement, nettoyage facile, aucune perte par gouttes.

Elles ont largement remplacé les tireuses par siphonnage. Les vins ne contenant pas de gaz carbonique sont mis en bouteilles de préférence avec ce type de tireuses (3). Un vide de 400 mm WS environ permet d'éviter les gouttes. Malgré l'aspiration constante d'air liée à ce procédé, les tireuses à dépression ont un grand succès pour l'embouteillage des vins stérilisés à froid. Leur emploi est également très répandu dans l'industrie des spiritueux. Des essais comparatifs avec des machines d'embouteillage à surpression pour l'embouteillage de vins contenant un

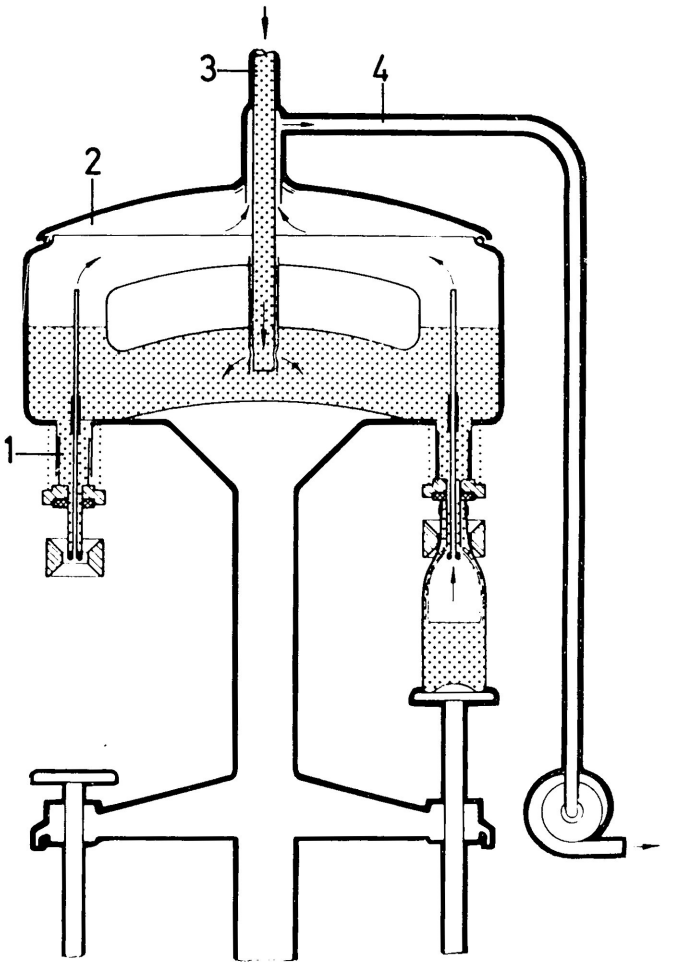


Fig. 5 — Tireuse à dépression à chambre unique.
1 - Vanne de remplissage
2 - Réservoir à dépression
3 - Conduit d'arrivée du liquide
4 - Conduit d'aspiration

peu de gaz carbonique font apparaître un léger avantage pour les tireuses à surpression, uniquement parce qu'un peu plus de gaz carbonique reste dans ces vins. Par conséquent, l'utilisation de machines d'embouteillage à dépression dépend en grande partie de la teneur en CO_2 du vin et naturellement aussi du procédé d'embouteillage. L'embouteillage à chaud des vins contenant du gaz carbonique ne devrait se faire qu'avec des tireuses à contre-pression, même si la teneur en gaz carbonique est très faible.

Les tireuses à pression normale fonctionnent à la pression atmosphérique et conviennent donc elles aussi uniquement pour l'embouteillage des boissons non gazeuses. Dans les groupes d'embouteillage modernes de ce type, les bouteilles sont pressées de façon hermétique contre le bec de remplissage comme dans les autres tireuses à niveau constant ; l'air sort de la bouteille par un tube de reflux ; la profondeur d'immersion de ce tube dans le goulot de la bouteille détermine la hauteur de remplissage. La vitesse de soutirage reste la même du début à la fin du tirage.

La tireuse par siphonnage constitue une forme particulière de la tireuse à pression normale. Elle possède d'autres caractéristiques : la bouteille est ouverte pendant le remplissage, il n'est donc pas nécessaire que l'air sorte par un tuyau de reflux ; en revanche la vitesse de remplissage diminue constamment à mesure que la surface du liquide de la bouteille se rapproche de celle de la cuve (fig. 6).

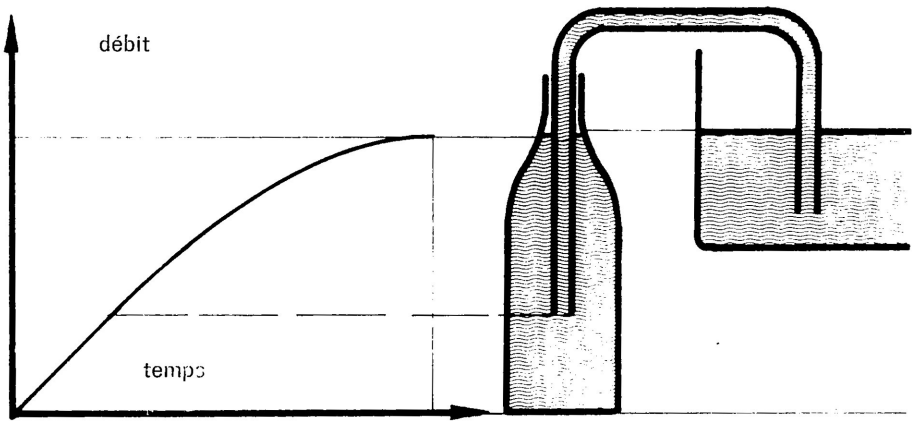


Fig. 6 — Tireuse à pression normale (à siphon) (sans système de retour d'air).

Les tireuses à plusieurs chambres (tireuses à pression différentielle) qui entrent dans le cadre de cette étude des machines d'embouteillage, sont cependant rarement employées dans la branche du vin. La caractéristique qui les différencie des tireuses isobarométriques réside dans la possibilité de faire varier la pression de l'air dans la machine et donc aussi dans la bouteille. Ceci peut s'effectuer dans les tireuses à plusieurs chambres aussi bien sous pression que sous vide. Dans le premier cas, il est possible par exemple au cours de l'embouteillage d'une boisson contenant du gaz carbonique, d'obtenir, par une légère diminution de la pression initiale par rapport à la pression du liquide, un léger dégagement

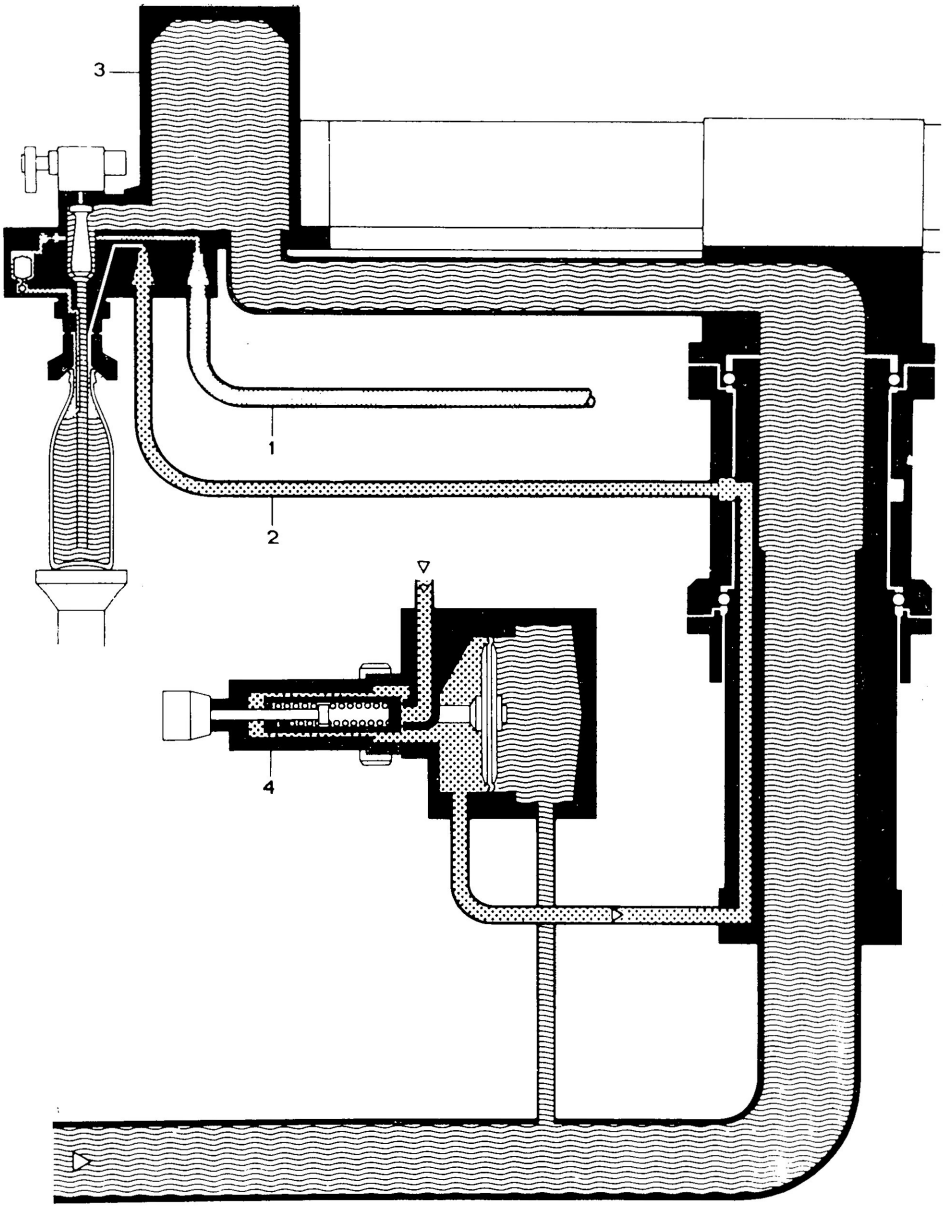


Fig. 7 — Tireuse à surpression à 3 chambres

1 - Conduit d'évacuation

2- Conduit de détente de gaz

3 - Réservoir circulaire

4 - Régulateur de la détente du gaz.

de CO_2 pendant le soutirage ; les bouteilles se dirigeant vers la capsuleuse ont ainsi une légère couronne de mousse qui chasse l'air de la bouteille. Dans les tireuses sous pression à plusieurs chambres, les cuves et canalisations de mise sous pression initiale ainsi que les cuves de liquide sont complètement séparées ; l'air ne peut donc pas pénétrer dans la cuve d'embouteillage (fig 7) ; de plus, comme le reflux de l'air de la bouteille (CO_2 ou mélange air-CO_2) s'effectue séparément (tireuses à trois chambres), ce type de tireuses offre, en plus des conditions favorables pour éviter l'absorption d'oxygène, les meilleures conditions préalables pour l'embouteillage stérile ; en effet, avec ce type de tireuse, les bouteilles non stériles qui se présentent éventuellement dans la chaîne ne peuvent pas contaminer le vin de la cuve d'embouteillage.

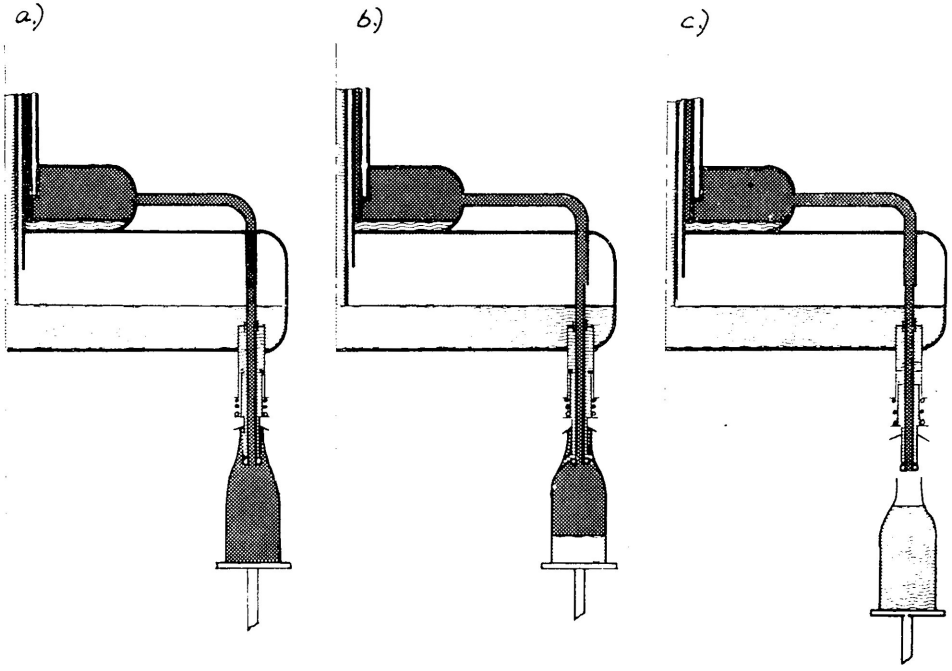


Fig. 8 — Tireuse à dépression à deux chambres.
a) le vide est effectué dans la bouteille
b) Remplissage
c) Fin du remplissage.

Normalement, les tireuses à contre-pression à plusieurs chambres sont plus coûteuses que les tireuses à contre-pression à une chambre. Jusqu'à présent, elles ne sont mises en service qu'en brasserie.

Les tireuses à dépression à plusieurs chambres (fig 8) conviennent particulièrement pour la mise en bouteilles de liquides très visqueux

comme les sirops. Grâce à la différence de pression réglable entre la bouteille et la cuve, le liquide peut être aspiré à la vitesse voulue dans la bouteille. Contrairement aux tireuses à dépression à une chambre, leur rendement est d'autant plus élevé que le vide est important. Comme on recherche toujours un rendement élevé, on pourrait croire que ce type de tireuse est très répandu ; malheureusement, pour des liquides très fluides comme le vin, il se présente d'autres difficultés :

Tout d'abord, le liquide mousse très fortement, ce qui entraîne des hauteurs de remplissage différentes. De plus, comme le vide est important (5 mm WS environ), il faut s'attendre à des pertes d'alcool pur pour les spiritueux à haut degré alcoolique. Enfin, dans ce système de tirage, une quantité plus ou moins importante de liquide, très exposée à l'air déborde après le remplissage ; ce liquide doit être renvoyé dans le circuit principal à l'aide d'une deuxième pompe.

On accorde une grande importance à **l'absorption d'oxygène** au cours de la mise en bouteilles. On essaie de la réduire à un minimum, tout au moins pour les vins blancs. Les brasseries doivent veiller encore plus soigneusement à éviter le mélange de l'air à la bière car, dans beaucoup de pays, l'utilisation du SO_2 comme réducteur est interdite en brasserie. En vinification, l'addition d'anhydride reste toujours aussi indispensable. Il n'est cependant pas certain que cela soit suffisant dans tous les cas pour empêcher le goût d'oxydation provoqué par la mise en bouteilles.

Au cours de la mise en bouteilles, l'oxygène peut être absorbé par le vin de trois façons :

a) dans la cuve,

b) pendant l'écoulement dans la bouteille,

c) de la partie vide de la bouteille après le remplissage.

La partie vide de la bouteille constitue le danger le plus important (4). Les embouteilleurs le savent et s'efforcent de réduire le plus possible cet espace. Ceci est relativement facile avec les bouchons de liège mais l'est beaucoup moins avec les capsules et autres moyens de bouchage.

Supposons que nous ayons, avec un système de bouchage semblable, un volume vide de 10 ml ; ce volume contient environ 2 ml d'oxygène, ce qui correspond à 2,8 mg de O_2. Par simple calcul, on s'aperçoit que pour une bouteille d'un litre, il faut 11,2 mg de SO_2 pour que cet oxygène n'ait

pas d'influence néfaste. Ceci n'est pas un problème puisque cette teneur est déjà présente dans un vin normal. Dans une bouteille de 0.25 l, pour un volume vide identique, il faudra une quantité quatre fois plus grande de SO_2, c'est-à-dire environ 45 mg par litre. Cette quantité est trop importante, d'autant plus que les méthodes modernes de conservation s'efforcent d'employer le moins possible de SO_2. Il n'est donc pas étonnant de constater que les altérations dues à l'oxydation surviennent surtout dans les vins en petites bouteilles obturées par des capsules (5).

Comment remédier à de tels inconvénients ?

1 — On peut augmenter le volume du liquide dans la bouteille ; on calcule le contenu de la bouteille pour qu'il ne reste qu'une petite partie vide. Il faut cependant tenir compte du fait qu'un certain échauffement et donc une dilatation du vin sont possibles.

2 — On peut aussi augmenter les doses de SO_2.

3 — On peut enfin remplir l'espace vide des bouteilles avec du gaz carbonique ou de l'azote.

Les constructeurs de machines d'embouteillage ont particulièrement étudié le troisième point. Ils offrent la possibilité de chasser l'air du goulot avec du gaz carbonique ou de l'azote ; ceci se fait après le remplissage des bouteilles à l'intérieur de l'embouteilleuse. Au cours de cette opération les bouteilles un peu trop pleines sont ramenées à la hauteur de remplissage voulue par reflux du liquide en excédent dans la cuve (Système Trinox). Il est également possible de chasser l'air des bouteilles en y insufflant du gaz carbonique avant l'écoulement du vin.

Il serait inutile de considérer uniquement la possibilité d'oxydation pendant la mise en bouteilles, sans tenir compte de l'nfluence de l'air sur le vin pendant la vinification. Il est surprenant que l'on fasse absorber au vin de grandes quantités d'oxygène (jusqu'à saturation avec 9 mg par litre environ (par suite d'agitation trop rapide par exemple) et que l'on pense ensuite pouvoir corriger cette oxydation par un embouteillage à l'abri de l'oxygène. Différentes études (5, 6) aux résultats convergents, ont montré que le vin n'absorbe que 1,6 mg par litre d'oxygène environ lors de l'écoulement dans les bouteilles quand on utilise des tireuses à contre-pression ; l'absorption d'oxygène dans la cuve est encore bien plus faible (4). D'autre part, RIBÉREAU-GAYON (7) a montré que le vin blanc pouvait absorber jusqu'à 70 mg par litre d'oxygène au cours de sa conservation.

CONCLUSIONS

Nous avons donné, au cours de ce travail, un aperçu des différents systèmes de tirage et étudié s'ils conviennent à la mise en bouteilles du vin. Les conclusions sont les suivantes : dans de nombreux cas, la tireuse à dépression à une chambre offre les plus grands avantages. Il faut accorder la préférence aux tireuses à contre-pression lorsqu'une légère teneur en gaz carbonique doit rester dans le vin, surtout dans le cas d'un embouteillage à chaud. Pour des teneurs plus élevées en gaz carbonique le soutirage à contre-pression reste indispensable.

La diminution de la qualité du vin par oxydation est beaucoup moins importante au cours de la mise en bouteilles que pendant la conservation qui l'a précédée. Toutefois, l'espace de tête des bouteilles peut jouer un rôle d'autant plus grand que la bouteille est plus petite. Avec des tireuses sous pression à une ou plusieurs chambres, on peut éviter l'absorption de l'oxygène contenu dans l'espace de tête ainsi que celui qui est présent pendant le remplissage des bouteilles.

Le contact avec l'air dans la cuve peut également être évité avec les tireuses à surpression à plusieurs chambres (tireuses à trois chambres) ; il faut reconnaître cependant que cette possibilité d'oxydation reste très faible.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. G. TROOST, Die Technologie des Weines, **3,** Auflage, 1961.

2. Füllmaschinen technisch betrachtet, **Der deutsche Weinbau, 13,** 1970.

3. HAUBS, Uber die Technik der Weinabfüllung, **Die Deutsche Weinzeitung, 101,** 364, 1965.

4. K. WUCHERPFENNIG und E. M. KLEINKNECHT, Beitrag über die Sauerstoffaufnahme der abzufüllenden Flüssigkeit in verschiedenen Füllsystemen, **Brauwissenschaft, 18,** 286, 1965.

5. W. GEISS, Die Bedeutung des Luftsauerstoffes bei der Abfüllung von Wein, **Die Deutsche Weinzeitung, 10**, 1965.

6. H. J. BIELIG, Ein Beitrag zur Frage der Sauerstoffaufnahme bei der Abfüllung von Getränken, **Weinberg und Keller, 13,** 1966.

7. J. RIBÉREAU-GAYON et E. PEYNAUD, Traité d'Œnologie, II. Béranger éd. Paris 1961.

8. E. KIELHOFER und G. WURDIG : Die Oxydationsvorgänge im Wein, **Die Weinwissenschaft, 17**, 217 1962.