

Physique

Nicolas Constans et François Graner

Une petite mousse qui monte

C'est en partie à la vivacité de sa mousse que le champagne doit son caractère festif, tel que l'a dépeint Maupassant : “ [César] *Cachelin venait de déboucher le champagne, qui s'échappait avec impétuosité de la bouteille et coulait sur la nappe. [...] Mais comme Lesable allait boire pour empêcher encore son verre de déborder, César s'écria : "Le roi boit ! le roi boit ! le roi boit !"* ” [1]. Qu'est-ce qui fait ainsi, au risque de déborder, monter puis descendre la mousse du champagne ou de la bière ?

S'il y a de la mousse dans ces boissons, c'est parce que du gaz carbonique y est dissous. Celui-ci a été produit par des levures qui ont fait fermenter le sucre – issu de l'amidon du malt pour la bière ; ajouté au vin pour le champagne. Tout l'art du vigneron champenois est dans le dosage de ce sucre, comme en témoigne ce pamphlet anonyme du XVIIIe siècle, qui dénonçait les conséquences des manipulations douteuses d'un négociant anglais : “ *Ses vieilles barriques pourries dans lesquelles il conserve cette piquette / de crainte qu'elles n'exploient, monsieur, il les fait cercler de frêne* ” [2]. De fait, il y avait beaucoup de casse chez les premiers producteurs de champagne, car le gaz y est sous une forte pression : 5 à 6 fois la pression atmosphérique. Que se passe-t-il quand ce gaz, pressurisé, est versé ?

Versez rapidement de la bière dans un verre, étroit de préférence. Observez, pendant les premières secondes, la montée de la mousse.

Elle s'élève d'abord rapidement puis ralentit. Dès qu'il n'est plus confiné dans la bouteille, le gaz prend ses aises : son volume augmente, donc le niveau de mousse monte, jusqu'à ce que la pression se relâche, c'est-à-dire qu'elle atteigne la pression atmosphérique. En effet, dans un gaz, la pression est inversement proportionnelle au volume. Mais aussi proportionnelle à la température, qui diminue aussi.

En effet, le gaz use son énergie à cette augmentation de volume, donc se refroidit. Et cette baisse de température est conséquente : une bonbonne de camping-gaz, où la pression est du même ordre que dans la bière, que l'on vide avant de prendre un avion par exemple, se couvre de givre. Et effectivement, dans le cas de la bière, la thermodynamique permet d'évaluer la chute de température à près de 100°C. Pourtant la bière ne gèle pas. Pourquoi ? Parce que la masse de mousse est bien trop petite, comparée à celle de la bière, pour espérer la refroidir. Et c'est finalement la mousse, au contraire, qui se réchauffe au contact de la bière. Sa température remonte. Le gaz se

dilate donc, car la pression, devenue ambiante, reste constante : le volume continue d'augmenter. C'est la deuxième phase, quasi-indécélable : la mousse monte toujours, mais ralentit. Déjà, elle a commencé à rapetisser...

Comment évoluent ensuite les bulles de la mousse ? Comparez haut et bas.

Au début la taille des bulles est relativement homogène sur l'épaisseur de la mousse. Puis, petit à petit, il commence à se former des bulles un peu plus grandes dans la partie haute. C'est le *mûrissement*, principal facteur de destruction de la mousse. Les parois des bulles ne sont en effet pas étanches : le gaz fuit de l'une à l'autre. Les bulles où la pression est légèrement plus importante se vident dans leurs voisines, jusqu'à devenir microscopiques ou disparaître. Les autres grossissent mais leur nombre diminue peu à peu. Mais pourquoi ce phénomène affecte-t-il d'abord les bulles du haut ?

Observez la transparence de la mousse derrière une source lumineuse.

Elle est plus grande en haut qu'en bas, à cause du *drainage*, qui est simplement le fait que le liquide qui forme les parois des bulles, a tendance à descendre vers le bas, par gravité. Donc plus les parois sont haut, plus elles s'amincissent. Elles sont alors plus transparentes et plus fragiles au mûrissement.

La mousse de la bière dure plus longtemps que celle du champagne, pourquoi ? Car elle contient des protéines qui sont, amphiphiles. Celles-ci ont la particularité, en se plaçant à l'interface entre le liquide et le gaz, de consolider les parois des bulles, donc la mousse. Les mousses de liquide vaisselle, qui en contiennent beaucoup, mettent ainsi beaucoup plus de temps à disparaître.

Matière à expériences :

En 2002, l'Allemand Arnd Leike reçut le prix IgNobel, décerné à des publications scientifiques qui prêtent à rire. Patiemment, il avait mesuré le rétrécissement au cours du temps de la mousse de trois bières différentes – dont sa favorite, précisait-il – et en avait conclu qu'elles suivaient une décroissance exponentielle, avec un temps caractéristique qui variait de 2 à 5 minutes selon les marques [3]. À l'aide d'un chronomètre et d'une règle, saurez-vous confirmer ses dires (la vidange des verres entre les essais se faisant, comme il se doit, avec modération) ?

[1] G. de Maupassant, *L'héritage*, 1884.

[2] J.-P. Devroey, *L'éclair d'un bonheur : une histoire de la vigne en Champagne*, La Manufacture, 1989.

[3] A. Leike, *Eur. J. Phys.*, 23, 21, 2002.

Pour en savoir plus

F. Graner, *Physique de la vie quotidienne*, Springer, 2003