

> même résultat qu'avec le bateau: un déséquilibre apparaît et tire la «bande» vers la zone où la tension superficielle est la plus élevée, et ce d'autant plus fort que la différence de tension superficielle est importante.

Cela se traduit donc par un écoulement du liquide des zones de faible tension superficielle – zones les plus chaudes ou les plus concentrées en tensioactifs – vers les zones de tension superficielle élevée, plus froides ou peu concentrées en tensioactifs. C'est cela, à proprement parler, l'effet Marangoni.

Un grand classique des expériences de physique amusantes permet de le voir à l'œuvre. Remplissez un bol d'eau et saupoudrez la surface de poivre; versez au centre une goutte de savon liquide. Les grains de poivre, répartis uniformément à la surface de l'eau, sont alors instantanément chassés à la périphérie.

Dans cette expérience, les grains de poivre visualisent la mise en mouvement du liquide par l'effet Marangoni. Si les grains sont repoussés jusqu'à la périphérie du récipient, ce n'est pas parce qu'ils sont entraînés par le film tensioactif qui s'étale (une couche moléculaire ne peut déplacer un grain mesurant une fraction de millimètre), mais bien par le mouvement rapide de l'eau chassée radialement, par rapport à la goutte de savon, sous l'effet Marangoni.

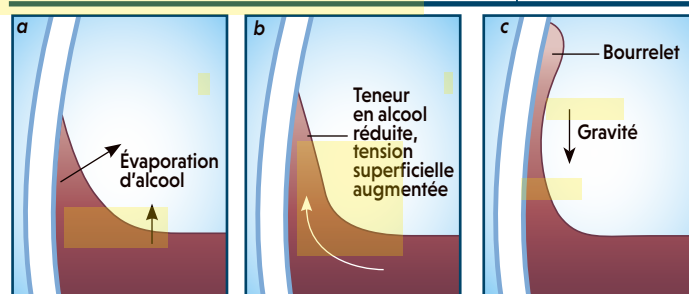
QUAND LE LIQUIDE REMONTE LA PAROI

Revenons aux larmes qui se forment spontanément sur les parois humides d'un verre de vin bien alcoolisé. Comment les expliquer? Une première chose à noter est que le liquide forme sur la paroi du verre un ménisque d'une taille de l'ordre du millimètre, qui résulte d'un équilibre entre forces de capillarité et gravité (*voir l'encadré ci-dessus*). Par ailleurs, le vin est, pour l'essentiel, un mélange d'eau et d'éthanol, ce qui a deux conséquences. D'une part, la présence de l'éthanol diminue la tension superficielle du mélange, par rapport à l'eau pure. D'autre part, l'éthanol étant plus volatil que l'eau, lorsque le vin s'évapore, les vapeurs sont plus riches en alcool que le liquide.

L'évaporation appauvrit donc le mélange en alcool. L'effet est relativement important dans le ménisque ou dans le film déposé sur la paroi en tournant le vin dans le verre, car le rapport surface/volume y est plus élevé que pour le reste du vin. De plus, l'évaporation abaisse la température du liquide restant,

UN BOURRELET QUI FAIT PLEURER LE VIN

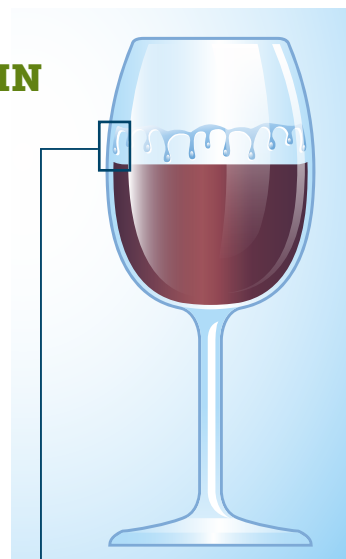
Les larmes de vin sont des coulées que l'on observe sur la paroi du verre, au-dessus du niveau du vin. Elles naissent à intervalles plus ou moins réguliers le long d'un bourrelet liquide. La formation de celui-ci est due à l'effet Marangoni. Au départ, la surface du vin forme, au niveau de la paroi du verre, un ménisque (a). L'alcool du vin s'évaporant, la concentration en éthanol et la température du vin diminuent notablement dans le ménisque (où le rapport surface/volume du liquide est important). Il en résulte une tension superficielle plus élevée qu'à la surface horizontale du vin. Du liquide est ainsi soulevé et la hauteur du ménisque augmente (b), jusqu'à ce que cette ascension soit contrebalancée par le poids du liquide soulevé, d'où le bourrelet (c). La formation des coulées reste, elle, imparfaitement comprise.



cette diminution étant, encore une fois, plus ou moins importante selon le rapport surface/volume. Par conséquent, le ménisque et le film ont une teneur en alcool plus faible et une température plus basse que le reste du vin. La tension superficielle y est donc plus élevée.

La variation de tension superficielle, depuis la surface libre du vin jusqu'en haut du ménisque, crée un écoulement de liquide dirigé vers les parois et vers le haut. Le liquide grimpe le long du verre, jusqu'à ce que le poids du liquide soulevé compense la force qui le tire vers le haut. Un bourrelet liquide se forme alors à un ou deux centimètres au-dessus de la surface du vin.

À partir de ce bourrelet, du liquide redescend sous la forme de «larmes». Les raisons précises de ce ruissellement? Depuis 1992, date des travaux pionniers sur les larmes du vin de Jean-Baptiste Fournier et Anne-Marie Cazabat, au Collège de France, elles sont toujours débattues... Une interprétation très récente, proposée fin 2019, fait ainsi intervenir des ondes de choc au sein du film mouillant. ■



BIBLIOGRAPHIE

D. Ivanov et S. Nikolov, **Molecular engine boat**, *Physics Education*, vol. 54(4), article 045006, 2019.

Y. Dukler et al., **A theory for undercompressive shocks in tears of wine**, prépublication arXiv :1909.09898, 2019.

J. B. Fournier et A. M. Cazabat, **Tears of wine**, *Europhysics Letters*, vol. 20(6), pp. 517-522, 1992.

L'UNIVERS AVANT LE BIG BANG

7 dossiers rédigés par des chercheurs
et des experts sur le sujet

Une lecture adaptée sur écrans

3,99 €



Les *Thema* sont une collection de hors-séries numériques.
Chaque numéro contient une sélection des meilleurs articles
publiés dans *Pour la Science* sur une thématique.

Dans la collection *Thema* découvrez aussi



**Commandez et téléchargez
les numéros en pdf**



Pour lire votre numéro, rendez-vous dans votre compte client



boutique.pourlascience.fr/tous-les-numeros/thema.html