

En moyenne, ce sont près de dix bouchons de champagne qui sautent chaque seconde dans le monde. Et ce chiffre explose bien entendu aux moments festifs de l'année.

Les tout premiers millièmes de seconde qui suivent le débouchage retiennent aujourd'hui toute notre attention : c'est l'instant précis où l'énergie enfermée dans la bouteille se libère, en permettant au gaz carbonique dissous dans le liquide de s'échapper sous forme de bulles.

Il y a quelques années, en filmant le débouchage d'un lot de bouteilles de champagne stockées à température ambiante, nous avons constaté un phénomène aussi curieux qu'inattendu : dans le sillage du bouchon qui saute, apparaît un nuage bleu azur. À l'époque, nous n'avions pas pu expliquer de façon satisfaisante son origine. Ce n'est que récemment que nous avons proposé et publié, après examen par des pairs, un modèle théorique du phénomène, et c'est cette explication que nous présentons ici.

LE DÉBOUCHAGE DU CHAMPAGNE AU RALENTI

L'étude des quelques millièmes de seconde qui suivent le débouchage d'une bouteille de champagne s'inscrit dans un programme de recherche ambitieux dont l'objectif est de mieux comprendre un phénomène redouté des élaborateurs de vins effervescents : le gerbage, terme qui désigne la production excessive de bulles et de mousse à l'ouverture de la bouteille.

Quand on débouche une telle bouteille, on observe qu'elle gerbe moins de une demi-seconde après son débouchage (*voir la séquence de photographies pages précédentes*). Mais remontons le temps et observons ce qui se passe en amont de cet instant. Environ 0,4 milliseconde après le débouchage, on voit apparaître un nuage de condensation bleuté dans le col de la bouteille et dans le sillage du bouchon qui saute. Quelques millisecondes plus tard, ce nuage bleuté disparaît du sillage du bouchon, mais demeure encore très persistant dans le goulot de la bouteille, où sa couleur vire progressivement au blanc-gris.

Afin de comprendre l'origine du nuage bleu, nous avons examiné les phénomènes de condensation qui accompagnent le débouchage de bouteilles stockées à différentes températures (*voir les photographies page suivante*). Pour ce faire, nous disposons de 30 bouteilles de champagne rosé, que nous avons réparties en trois lots de 10 bouteilles. Quarante-huit heures avant de réaliser nos observations, les trois lots ont été stockés à des températures respectives de 6, 12 et 20°C.

Les phénomènes de condensation surviennent lors du débouchage d'une bouteille de champagne (ou de toute autre boisson gazeuse)

froide ont été décrits et compris par les scientifiques il y a déjà longtemps. L'explication couramment proposée est la suivante.

Au moment du débouchage, la décompression brutale du gaz sous pression présent dans le col de la bouteille s'accompagne d'une chute de sa température (les physiciens parlent d'une détente adiabatique). Ce nuage de gaz froid refroidit l'air ambiant. Or ce dernier contient de la vapeur d'eau. En se refroidissant, la vapeur d'eau se condense sous la forme d'un brouillard de minuscules gouttelettes dont la taille varie de quelques micromètres à quelques dizaines de micromètres. La diffusion de la lumière ambiante par ces gouttelettes se fait de façon quasi isotrope dans l'espace et pour toutes les longueurs d'onde du spectre visible. Cela confère au panache de condensation une teinte blanchâtre.

Ce mode de diffusion de la lumière, où la taille des objets qui diffusent le rayonnement est comparable ou supérieure aux longueurs d'onde de la lumière ambiante (de 0,4 micromètre pour le bleu à 0,8 micromètre pour le rouge), est connu sous le nom de diffusion de Mie, du nom du physicien allemand Gustav Mie, mort en 1957.

Dans le goulot de la bouteille, le nuage bleu persiste mais devient blanc-gris

La description que nous venons de donner est bien conforme à ce que l'on observe quand on débouche des bouteilles stockées à 6°C ou à 12°C. D'ailleurs, à une tout autre échelle, celle de l'atmosphère, les nuages voient le jour selon le même principe : des masses d'air chargées de vapeur d'eau montent en altitude et se refroidissent progressivement, ce qui entraîne la condensation de leur eau en masses nuageuses – lesquelles sont visibles grâce à la diffusion de la lumière solaire par leurs gouttelettes d'eau, diffusion qui fait apparaître blancs ou gris les nuages.

Cependant, dans le cas d'une bouteille de champagne stockée à la température ambiante