

Dossier scientifique

Etude de la forme d'une bulle de savon

En raison de la [tension superficielle](#), les films d'eau savonneuse sont dotés d'une certaine élasticité et il faut dépenser un peu d'[énergie](#) pour les étirer, comme on le fait sans s'en rendre compte lorsque l'on produit une bulle de [savon](#). Ce phénomène peut, dans une certaine mesure, être comparé au gonflage d'un ballon de baudruche, à ceci près que le film d'eau savonneuse est constitué de [liquide](#) et que l'[énergie](#) mise en jeu pour produire une bulle est beaucoup moins importante. Il reste que la [pression](#) du [gaz](#) contenu dans une bulle est légèrement plus forte que celle de l'atmosphère environnante.

Plus l'[aire](#) d'un film liquide est importante, plus son [énergie potentielle](#) est élevée. Or, tout système matériel atteint un [équilibre stable](#) lorsque son énergie potentielle est minimale. Une bulle de savon tend donc, naturellement, à prendre la forme qui lui permet d'enfermer un [volume](#) d'air donné dans une surface d'aire minimale ; tout le monde a pu constater qu'il s'agit d'une [sphère](#), mais constater n'est pas démontrer et les [mathématiciens](#), [Archimède](#) en tête, s'y sont longtemps cassé les dents. Il fallut attendre [1882](#) pour que le mathématicien allemand [Hermann Amandus Schwarz](#) prouve que parmi toutes les surfaces enfermant un volume donné, la sphère est bien celle qui présente l'aire minimale.

Les lois de Plateau

Le problème se complique singulièrement lorsque l'on a affaire à une [mousse](#) formée d'un très grand nombre de bulles accolées. Le physicien belge [Joseph Plateau](#), dans la seconde moitié du XIX^e siècle, énonça quatre lois simples, tirées de l'observation des bulles, jamais démenties, et qui portent son nom :

- tout film enfermant des bulles se compose d'éléments de surface lisses,
- la [courbure moyenne](#) de chacun de ces éléments est constante (ce ne sont pas forcément des sphères),
- lorsque trois éléments de surface se rejoignent, ils se raccordent selon une [courbe](#) régulière en tout point de laquelle leurs plans tangents forment des [angles](#) de 120°,
- lorsque ces lignes de raccordement se rejoignent, elles le font quatre par quatre et prennent alors, au point de rencontre, les quatre directions tétraédriques (comme les quatre [segments](#) qui joignent le centre d'un [tétraèdre](#) régulier à ses sommets, et dont chacun forme avec les autres des angles d'environ 109°.

[Iridescence](#) d'une bulle de savon.

Lorsque nous observons une bulle de savon en plein jour, nous pouvons voir des irisations rappelant les [couleurs](#) de l'[arc-en-ciel](#). Pourtant le phénomène a une origine totalement différente. Ce phénomène d'[iridescence](#) est dû à des [interférences](#) entre les rayons se

réfléchissant sur la surface extérieure de la bulle et les rayons se réfléchissant sur la surface intérieure de la bulle.

Pourquoi doit-on mettre du savon dans l'eau pour faire des bulles ?

On peut faire des bulles juste en brassant de l'eau et de l'air. Regardez donc dans un torrent de montagne, au pied d'une cascade ! Mais il ne suffit pas de les former : il faut qu'elles durent. C'est là qu'intervient le savon.

Le secret du savon.

C'est qu'il est composé de molécules bien particulières. En effet, elles ont deux parties : une tête soluble dans l'eau, qu'on appelle "hydrophile" ; et une longue queue de 10 à 20 atomes de carbone, qui n'aime pas être dans l'eau, qu'on appelle donc "hydrophobe". Au final, ces molécules elles aiment l'eau et la fuient à la fois ! On les a baptisées "**molécules amphiphiles**".

Ces molécules font tout l'intérêt du savon, pour se laver les mains : les molécules du savon se placent à la surface entre l'eau et la graisse, permettant à l'eau d'emporter la graisse (ce que l'eau seule n'arrive pas à faire : essayez donc de laver du cambouis à l'eau claire).

Ce sont ces mêmes molécules qui font durer les bulles. Dans un film de savon, il y a essentiellement un film d'eau. Il est couvert de part et d'autre par une monocouche de molécules amphiphiles. Leurs queues sont dirigées vers l'extérieur, dans l'air. Leurs têtes sont vers l'intérieur puisqu'elles aiment être dans l'eau.

Les molécules amphiphiles ont ainsi une triple action.

La première, sans être essentielle, est bien commode : **elles favorisent la formation des bulles**. Créer une interface entre l'eau et l'air nécessite de fournir une énergie importante : la couche de molécules amphiphiles, qui sert d'intermédiaire entre l'eau et l'air, divise par dix ou vingt ce coût en énergie. Il est bien plus facile de faire mousser l'eau savonneuse que l'eau pure, n'est-ce pas ?

La deuxième est essentielle : **elles ralentissent la disparition de la bulle**. Les deux monocouches forment des parois qui confinent l'eau. L'écoulement de l'eau au sein de chaque film de savon, c'est-à-dire le drainage, est donc plus lent : le film de savon garde son eau plus longtemps. Certains liquides vaisselles sont plus efficaces que d'autres, car ils forment une monocouche plus élastique. On peut aussi ralentir la perte d'eau en rendant l'eau plus visqueuse (avec 10% de glycérine, qui s'achète pour pas cher en pharmacie). Il est souvent utile, surtout s'il fait sec, de ralentir l'évaporation : par exemple en rajoutant 5% de sucre dans l'eau.

Enfin, une fois que la bulle a perdu de son eau, chaque film est très fin. Il va claquer, mais cette mort annoncée est retardée un peu par les molécules amphiphiles qui **l'empêchent de claquer** : en effet, les deux couches de molécules, situées de part et d'autre du film, se repoussent