

1. LE DÉTACHAGE DES SALETÉS HUILEUSES se fait par un mécanisme de démouillage. La salissure est initialement une goutte d'huile étalée sur le tissu (a). La présence de molécules tensioactives dans le bain de lessive et d'autres facteurs, comme

l'agitation mécanique, déclenchent le démouillage (b) : l'angle de contact entre l'huile et la surface, initialement faible, augmente (b, c). Lorsque l'angle dépasse une valeur limite, la goutte est arrachée par l'agitation mécanique (d).

ou végétale) reste l'unique produit de lavage. Toutefois, la nécessité est mère de l'invention et la carence de matières grasses et d'huiles végétales durant les guerres mondiales suscite la synthèse des premiers savons synthétiques. Ces produits, issus des alcanes, des hydrocarbures de l'industrie du pétrole, et des acides forts, comme l'acide sulfurique, sont les «détergents» synthétiques. Comme celles du savon naturel, les molécules de détergent sont tensioactives. Toutefois, alors que les molécules de savon ont une tête carboxylique (COO^-), les molécules des détergents ont une tête de sulfonate (SO_3^-), toutes deux chargées négativement.

La différence n'est pas mince : les têtes carboxyliques précipitent plus facilement avec les cations (ions positifs) de calcium et de magnésium contenus dans l'eau que les têtes sulfonate. Ainsi, lorsque l'eau est très «dure», c'est-à-dire qu'elle contient beaucoup de ces cations, les molécules tensioactives de savon précipitent plus et sont moins disponibles pour le lavage : le savon est moins efficace que le détergent synthétique. Toutefois, en 1946, apparaissent les agents anticalcaires (*builders*, en anglais), des molécules qui piègent les cations de l'eau et rendent savon et détergents beaucoup plus efficaces.

La marque de lessive *Persil*, d'origine allemande, est l'une des plus anciennes. Son nom résulte de la contraction de *perborate* et *silicate*, deux adjuvants que l'on ajouta aux molécules tensioactives pour fabriquer l'une des premières lessives modernes. À l'issue de la

Seconde Guerre mondiale, cette marque constitua une prise de guerre des Alliés sur l'Allemagne, de sorte qu'on la retrouve aujourd'hui comme nom de marque, aussi bien chez la Société anglo-hollandaise *Lever* que chez la Société allemande *Henkel*.

Molécules tensioactives et agents antiredéposition

La lessive moderne contient de multiples espèces chimiques actives. Les proportions des différents composants varient selon la région du monde à laquelle est destinée la lessive, mais les principaux agents lavants restent les molécules tensioactives de détergent et les agents anticalcaires.

En Europe, les agents anticalcaires constituent la moitié de la lessive. Ces molécules sont basiques, de sorte que l'eau de lavage est à un pH voisin de 10 (le pH est compris entre 0 et 14, et un pH de 7 représente un milieu neutre). Or, la surface des salissures et celle du linge comportent des groupements $-\text{OH}$, qui, en milieu basique, sont ionisés en $-\text{O}^-$, caractéristiques d'un milieu basique. Ainsi, toutes les surfaces sont chargées négativement et, comme deux charges de même signe se repoussent, les salissures, une fois enlevées, restent en suspension dans le bain de lessive, éloignées les unes des autres. Cette répulsion électrostatique facilite aussi la séparation des taches du tissu.

Nous avons vu que les molécules tensioactives se placent aux inter-

faces. Ainsi, elles réduisent la tension de l'interface entre l'eau et l'huile, l'énergie nécessaire à la formation d'une nouvelle surface entre ces deux liquides. La compatibilité de l'huile et de l'eau en présence de telles molécules est facilitée, c'est l'émulsification. L'émulsification est un phénomène clé qui fragmente les salissures huileuses sous forme de gouttelettes (émulsification) et les maintient en suspension dans l'eau (dispersion).

De la même façon, les molécules tensioactives se placent à l'interface entre l'eau et l'air, et elles réduisent la tension de surface : l'air s'incorpore alors plus facilement à l'eau, d'où l'apparition de mousse. L'utilisateur croit souvent qu'une mousse abondante témoigne de l'efficacité de la formule détergente. Cette croyance est erronée et trop de mousse peut nuire : par exemple, un excès de mousse amortit la force du jet d'eau qui arrive sur les assiettes dans un lave-vaisselle et réduit l'efficacité du lavage.

Les molécules tensioactives se différencient par leur charge électrique : soit elles sont chargées (ioniques), soit elles ne sont pas chargées (non ioniques). Les molécules tensioactives ioniques les plus utilisées sont les alkyls benzène sulfonate (avec des têtes SO_3^-). Leur charge est négative, et on les qualifie d'anioniques. Les molécules non ioniques ne portent pas de charge : leur tête polaire se compose le plus souvent d'une chaîne oxyéthylénée (répétition du monomère $\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}$).

Les enzymes, autre composant important des lessives, sont des protéines, c'est-à-dire des chaînes



2. LES AZURANTS OPTIQUES sont l'un des composants de la lessive moderne. Ces molécules, qui contiennent du triazine et du stilbène, absorbent une partie du rayonnement ultraviolet ambiant et émettent un rayonnement visible dans le bleu. Sur la photo-



graphie de gauche, en lumière visible, le tissu de droite est légèrement plus bleuté que le tissu de gauche, qui n'a pas été traité. Dans l'ultraviolet (photographie de droite), l'effet se voit mieux : le tissu traité (à droite) renvoie une lumière plus bleue.

d'acides aminés, spécialisées dans la découpe des molécules. Une première catégorie d'enzymes, comme les protéases et les lipases, coupent les longues chaînes de protéines et de graisse. Cette réaction, nommée hydrolyse, aboutit à des salissures plus petites et donc plus faciles à enlever. En outre, certaines enzymes sont aussi des molécules tensioactives qui abaissent encore la tension de l'interface entre les salissures et le bain de lessive.

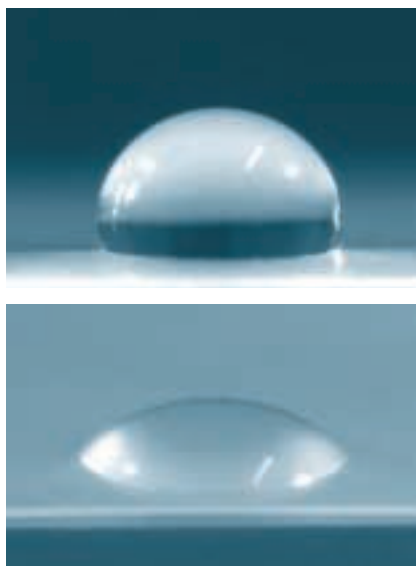
Une autre catégorie d'enzymes, les cellulases, agissent sur les fibrilles microscopiques à la surface des fibres de coton. Lorsqu'un vêtement de coton s'utilise, les fibres de coton se déchiquettent en fibrilles microscopiques qui, d'une part, piègent les salissures et, d'autre part, diffusent la lumière et affadissent les couleurs. Toujours par hydrolyse, les cellulases coupent les fibrilles, ce qui restaure la brillance des couleurs et redonne au tissu un aspect neuf.

Les agents de blanchiment et les azurants optiques accentuent le blanchiment des tissus blancs. Les agents de blanchiment dégradent les molécules colorées qui tachent un tissu, par exemple le vin ou le café. Les molécules qui engendrent la couleur ont en général des doubles liaisons entre atomes de carbone. Les agents de blanchiment, telle l'eau oxygénée (H_2O_2), détruisent ces doubles liaisons, et la couleur de la tache disparaît. Les azurants sont des molécules qui absorbent les rayons ultraviolets et les réémettent en tant que lumière bleue, donnant ainsi aux tissus une apparence lumineuse (voir la figure 2).

Hormis l'agent d'antiredéposition, qui, en augmentant la charge négative

des salissures, évite que celles qui viennent d'être enlevées d'un tissu ne se redéposent ailleurs, les autres constituants lessiviels ne participent pas directement à la suppression des salissures, mais interviennent sur la performance du produit : l'antimousse réduit le niveau de mousse dans une machine à laver et évite le débordement ; les antimottants évitent que la poudre ne s'agglomère en mottes. Enfin, on ajoute souvent du parfum, très important pour le consommateur, puisque l'on estime qu'en France c'est le critère décisif de choix entre lessives.

Comment améliorer encore l'efficacité du lavage ? En protégeant le tissu contre les taches. Pour ce faire, on traite



3. L'ANGLE DE CONTACT entre une goutte et une surface varie selon la nature de la surface, mais aussi selon la nature de la goutte. Sur un film de plastique hydrophobe, une goutte d'eau (en haut) s'étale moins bien qu'une goutte d'eau à laquelle on a ajouté des molécules tensioactives (en bas).

le tissu par un additif, généralement un polymère soluble dans l'eau, de façon à lui conférer une meilleure résistance au tachage : en ajoutant ce polymère lors d'un premier lessivage, on modifie la surface du textile, de sorte que les taches s'enlèvent mieux ultérieurement. Ce polymère agit selon plusieurs mécanismes physico-chimiques.

Une panoplie contre les taches

Les sources de salissures sont multiples : les taches huileuses, comme l'huile d'olive ; les salissures particulières, comme l'argile, l'oxyde de fer ou le rouge à lèvres ; les taches colorées, tels le vin, le thé ou le café ; les taches de protéines, tels la chlorophylle ou le sang ; les taches alimentaires, sauce tomate, chocolat, etc. La liste est interminable, et, à cette diversité de taches, le chimiste répond avec une grande variété de solutions. Le détergent complet contiendra ainsi un produit actif contre chaque famille de tache.

Les mécanismes de détergence agissent selon trois modes d'attaque : mécanique, thermique et physico-chimique. L'agitation déloge les salissures de la surface des tissus ou déforme les interfaces entre l'huile et l'eau, ce qui contribue à la fragmentation des grandes taches en petites salissures plus faciles à enlever. Certains types de fibre, comme le coton, gonflent au contact de l'eau. Ces fibres deviennent donc plus rigides, ce qui augmente les contraintes sur les fibres lors de l'agitation mécanique, et les salissures s'enlèvent mieux.

L'élévation de température améliore l'efficacité générale des lessives : elle accélère la cinétique des réactions,