



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.

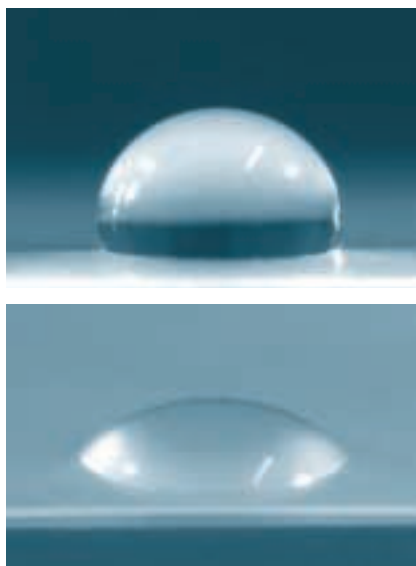
Une autre catégorie d'enzymes, les cellulases, agissent sur les fibrilles microscopiques à la surface des fibres de coton. Lorsqu'un vêtement de coton s'use, les fibres de coton se déchiquettent en fibrilles microscopiques qui, d'une part, piègent les salissures et, d'autre part, diffusent la lumière 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 la blancheur 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 néga-

tive 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'anti-mousse 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*).

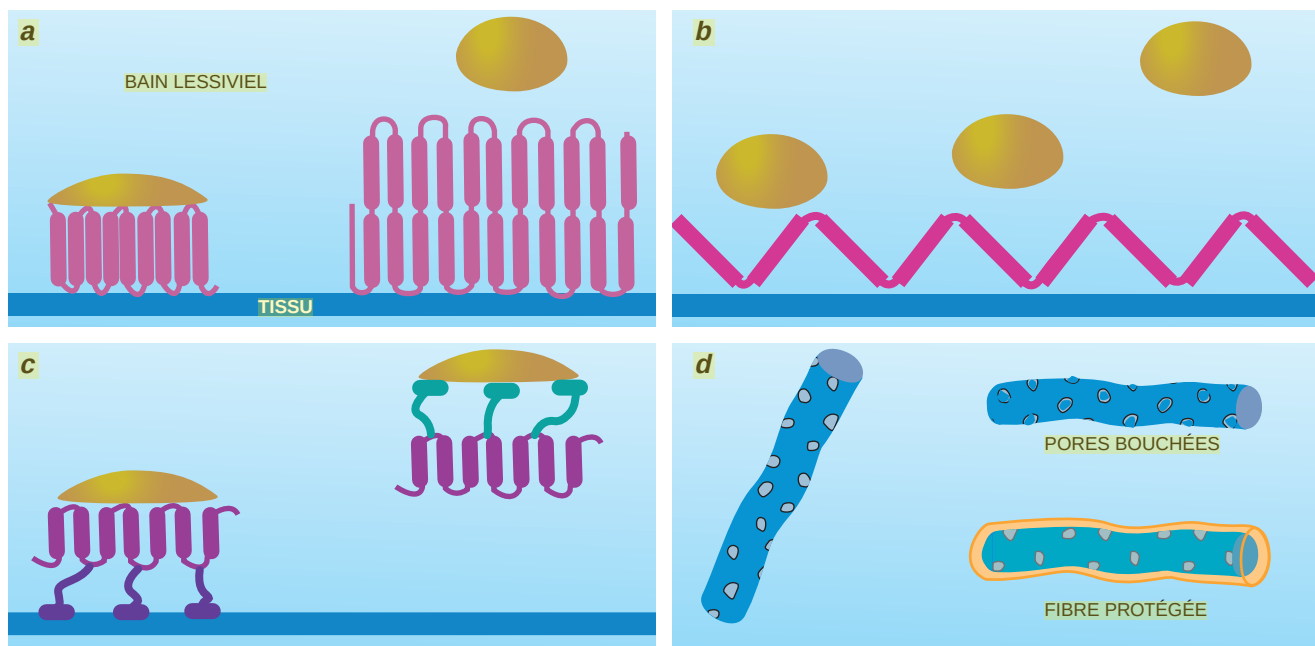
le tissu par un additif, généralement un polymère soluble dans l'eau, de façon à lui conférer une meilleure résistance au tachage : en ajoutant ce polymère lors d'un premier lessivage, on modifie la surface du textile, de sorte que les taches s'enlèvent mieux ultérieurement. Ce polymère agit selon plusieurs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



4. DIFFÉRENTS MÉCANISMES PHYSICO-CHIMIQUES interviennent pour enlever les taches. Une couche de polymère adsorbée par la surface du tissu gonfle au contact de l'eau et des molécules tensioactives : la salissure est repoussée (a). En recouvrant le tissu d'une couche de polymère oléophobe, on évite l'étalement de la salissure

et on facilite son enlèvement (b). Une couche sacrificielle qui recouvre le tissu se détache avec la salissure qui lui reste fixée (c). Les pores des matériaux poreux comme les fibres de coton sont bouchés par un polymère, ou protégés par un film de polymère (d). De la sorte, les salissures s'incrusteront moins facilement dans les fibres.

elle augmente la pénétration des molécules tensioactives dans les salissures et la solubilité des salissures dans le bain de lessive ; elle fluidifie les salissures et les rend plus sensibles à l'enlèvement par agitation.

L'agitation mécanique est limitée : on ne peut pas agiter trop violemment, sans quoi on retrouverait ses vêtements en charpie. De même, on ne chauffe pas trop son linge. La tendance veut même que la température moyenne de lavage diminue : habituellement il y a 20 ans, les lavages à 95 °C sont aujourd'hui plus rares. Aussi la physico-chimie prend-elle le relais pour pallier ces limitations. Tous les mécanismes physico-chimiques pour ôter les taches sont fondés sur des modifications des propriétés des surfaces de la salissure, du tissu et de la solution de lessive.

Modification des tensions de surface

Par quel mécanisme une tache se fait-elle ? Une goutte d'huile de vidange, notre modèle de tache, s'étale sur une surface de fibres. Pour une tache bien étalée, l'angle de contact avec la surface est faible (pour une goutte parfaitement étalée, l'angle serait quasi nul). Idéalement, pour ôter la gouttelette d'huile, il suffirait d'in-

verser l'étalement, de faire un «démouillage». Au-delà d'un angle limite, l'huile adopte une forme sphérique. La surface de contact entre la goutte et la surface diminue, et la goutte est enlevée par agitation mécanique (voir la figure 1).

Comment émulsifier l'huile pour qu'elle se disperse dans l'eau ? L'efficacité du démouillage des salissures dépend de plusieurs facteurs : concentration en molécules tensioactives, agitation mécanique, etc. Parfois, lorsque l'adhésion des salissures au tissu est forte, le démouillage ne se déclenche pas facilement, et l'on cherche à modifier la surface du tissu de façon à diminuer l'interaction avec les salissures.

En général, pour des tissus synthétiques et naturels, on cherche à rendre la surface hydrophile. Par exemple, le polyester est plutôt hydrophobe. Ainsi, une tache d'huile, également hydrophobe, a une affinité importante pour cette surface : les chaînes carbonées de l'huile adhèrent bien à la surface de polyester. En déposant sur le tissu synthétique une couche de polyester hydrosoluble, on le rend hydrophile. Le polyester hydrosoluble comprend dans sa chaîne d'atomes des groupements polaires hydrophiles. L'affinité de la

salissure pour la surface textile est réduite, et elle s'enlève plus aisément.

Autre méthode, on modifie le tissu pour le rendre «oléophobe», c'est-à-dire que l'on crée une couche dont l'énergie de surface est inférieure à celle de l'huile (l'énergie de surface mesure l'énergie nécessaire pour augmenter cette surface), de sorte que l'huile ne s'étale pas sur cette couche et reste sous forme de gouttelettes. Sur une telle surface, l'eau ne pénètre pas dans les fibres, ce qui nuit à l'efficacité du lavage. Pour résoudre ce problème, les physico-chimistes ont mis au point des copolymères fluorés (des polymères formés de plusieurs sortes de monomères) qui créent une surface tantôt hydrophile, tantôt oléophobe (comme le *Scotchgard* de la Société 3M). Ces polymères sont déposés lors du façonnage des textiles.

Couche gonflable et couche sacrificielle

Toute diminution de la surface de contact entre la salissure et le tissu aide au lavage. Une couche qui gonfle dans l'eau et repousse la salissure faciliterait son arrachement. La solution lessivienne et les molécules tensioactives pourront par la suite pénétrer entre le tissu et la salissure : le