

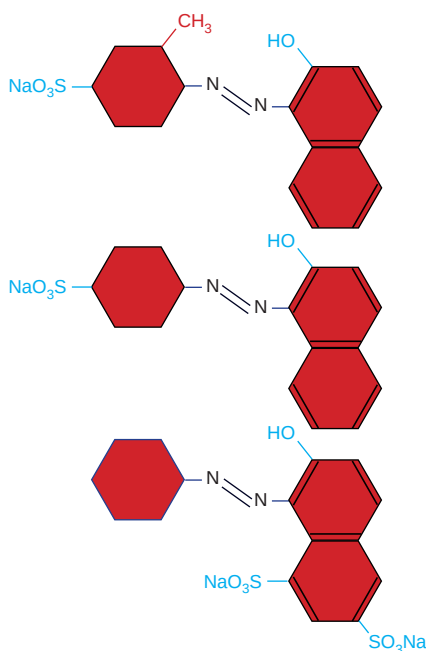
supprime les liaisons qui se rompent dans l'eau, de sorte que les macromolécules ne glissent plus les unes par rapport aux autres.

De même, par cette technique, on peut fixer une forme, tel un pli de pantalon. En pratique, on mouille le tissu afin de faire gonfler les zones amorphes. Puis, lorsque les zones amorphes sont mises à la forme voulue sous une presse à repasser, on réalise une réaction chimique. Elle est irréversible.

Cette technique d'apprêt sur le coton n'est qu'un exemple parmi cent autres. Modifier le toucher, le brillant, le comportement au feu, à la moisissure, à la lumière, etc. impose des transformations physico-chimiques. Ces traitements doivent pouvoir se combiner : on veut souvent produire un tissu qui soit à la fois ignifuge, infroissable et antitache.

Comment conférer cette dernière propriété? En évitant que les corps gras ne mouillent le tissu, c'est-à-dire ne s'étalent et ne pénètrent entre les fibres. Contrairement à la teinture, on doit ici traiter les fibres en surface. Pour empêcher le mouillage par des corps gras, une bonne solution consiste à disposer à la surface des textiles des produits ayant une énergie de surface très faible. L'effet est analogue à celui qui est mis en œuvre dans les poêles anti-adhésives : on obtient celles-ci en frittant du polytétrafluoréthylène (PTFE, ou Téflon) en poudre. Le PTFE est une substance dont l'énergie de surface est inférieure à celle des corps gras, de sorte qu'ils ne la mouillent pas. Cependant cette substance n'est pas directement applicable sur les tissus : lors du frittage, indispensable à la constitution des fibres, elle transformerait complètement le toucher du textile.

Les ennoblisseurs ont trouvé un apprêt antitache différent : ils utilisent de grosses molécules qui restent en surface, apportant des groupes chimiques qui confèrent au tissu les propriétés du PTFE. Par exemple, une longue molécule où tous les atomes de carbone sont liés à des atomes de fluor, à l'exception d'un seul, qui porte un groupe acide carboxylique ($-\text{COOH}$), s'adsorbe à la surface du coton par le groupe acide ; le tissu ne se mouille alors plus, parce qu'il ne présente à son environnement que des groupes fluorés hydrophobes.



6. CES TROIS MOLÉCULES ont une structure colorante commune, mais les groupes qui y sont greffés donnent des propriétés différentes d'adhérence aux fibres. Les groupes hydroxyle ($-\text{OH}$) et sulfonate ($-\text{SO}_3\text{Na}$) sont hydrophiles, tandis que les groupes méthyle ($-\text{CH}_3$) sont hydrophobes. En modifiant ainsi la structure chimique des colorants, on règle leur affinité pour les divers tissus.

L'application d'un traitement antitache impose d'abord de bien choisir l'agent de dispersion de l'agent antimouillant. Cet agent n'étant pas soluble dans l'eau, on doit employer conjointement des molécules tensioactives. Cependant, si ces molécules tensioactives restent sur le tissu, après le traitement, elles risquent de favoriser le mouillage du tissu par l'huile. On doit donc choisir un tensioactif qui puisse s'évaporer avec l'eau, tel le butanol (un alcool dérivé du butane).

Remarquons, de surcroît, que si l'ennoblissement est une science compliquée, la lessive devrait l'être aussi :

lorsque nous lavons une nappe traitée antitache, les adoucissants risquent de détruire l'effet du traitement antitache. En effet, certains adoucissants sont des ammonium quaternaire alkylé, c'est-à-dire des molécules composées d'un atome d'azote chargé positivement, lié à un atome d'hydrogène et à deux chaînes hydrocarbonées. L'atome d'azote s'adsorbe sur le coton qui présente alors des chaînes hydrocarbonées hydrophobes, sur lesquelles les corps hydrophiles glissent. Toutefois le mouillage par les corps gras est alors favorisé, ce qui détruit l'effet du traitement antitache. La formulation des lessives est donc compliquée par les ennoblissements demandés par les utilisateurs.

Dans les années 1950 et 1960, les traitements des tissus étaient quasiment limités à la teinture, et les usines avaient un aspect archaïque : grosses cuves d'eau fumantes, rejets aqueux et atmosphériques abondants. On ne parlait d'ailleurs pas d'ennoblissement, mais de manutention. Le personnel était surtout choisi pour son expérience, et les conducteurs de machine opéraient à l'intuition : ils savaient que, si la bonne couleur n'était pas obtenue, ils devaient ajouter du sel ou de l'acide (qu'on ne dosait pas). Les traitements n'étaient pas reproductibles.

Aujourd'hui on ne travaille plus sur stock, et les traitements doivent être reproductibles. En outre, l'industrie textile a également voulu améliorer le rôle du textile, pour l'adapter mieux à ses fonctions. La couleur (qui doit être plus résistante que par le passé) ne suffit plus ; on pratique des traitements beaucoup plus complexes, mais à des prix qui ne doivent pas augmenter. Jamais la recherche en physico-chimie fondamentale n'a été aussi nécessaire.

Paul VIALLIER est professeur de chimie à l'École nationale supérieure des industries textiles de Mulhouse.

M. PETER et H.K. ROUETTE, *Grundlagen der Textilveredlung*, Deutscher Fachverlag, 1989.

Giles Laboratory Course in Dyeing, Monographie de la Society of Dyers and Colourists, Perkin House - Bradford, England, 1989.

P. VIALLIER, *Energy Uses in the Textile*

Finishing Industry, Comett-Eurotex, Guimaraes, 1990.

P. VIALLIER, *Heat Transfers in the Textile Finishing Industry*, Comett-Eurotex, Guimaraes, 1991.

G. FISCUS et D. GRUNEWALD, *Ennoblement Textile*, Guide complet, Éditions High Tex. BP 5 - Sausheim, 1993.

P. VIALLIER et C. JORDAN, *Teinture à la continue : le queutage des pièces*, in *L'industrie textile*, n° 1305, pp. 1-3, janvier 1999.

Du crustacé au tissu

ALAIN DOMARD

On utilise la chitine de la carapace des crustacés pour confectionner des tissus utiles en médecine et pour ennoblir des textiles spéciaux.

Les organismes vivants fabriquent d'innombrables molécules qui intéressent l'industrie chimique : la cellulose des végétaux est utilisée dans l'industrie du papier et dans l'industrie textile (pour la confection du coton, par exemple) ; l'amidon des céréales ou des tubercules est le principal constituant des féculs et des farines alimentaires, et on l'utilise aussi pour la fabrication d'emballages ou de colles ; et nombre de molécules biologiques sont les principes actifs des médicaments.

Aujourd'hui, l'industrie textile s'intéresse à une molécule abondante dans les organismes vivants : la chitine. On estime qu'il s'en synthétise 10 à 100 milliards de tonnes par an : la molécule constitue la structure du squelette externe des crustacés et des insectes, et c'est un composant majeur de la matière fibreuse de la paroi cellulaire de champignons, d'algues, etc. En revanche, elle est totalement absente de tous les végétaux terrestres ou des animaux supérieurs (mammifères, poissons, oiseaux...).

La chitine fut découverte en 1811 par le chimiste français Henry Braconnot (1780-1855), alors qu'il étudiait la composition chimique des champignons supérieurs au Jardin botanique de Nancy, dont il était le directeur. Cette découverte, antérieure de 30 ans à celle de la cellulose, fait de la chitine le polysaccharide (ou « sucre » complexe) le plus anciennement connu. En 1823, un deuxième Français, A. Odier lui donna son nom de chitine, du grec *chitos*, qui signifie tunique ou enveloppe. Un dérivé de la chitine, le chitosane, très rare dans la biomasse (on ne le trouve que chez certains champignons ou certaines levures), fut découvert en 1859 par un troisième chimiste français, Claude Rouget, qui traitait la

chitine par de la potasse concentrée et chaude ; il obtenait un résidu qui, contrairement à la chitine, était soluble dans les acides dilués.

Quel que soit l'organisme qui synthétise la chitine, celle-ci, comme la cellulose, est toujours produite sous forme de fibres. D'où la question évidente : la chitine et le chitosane pourraient-ils également servir à la réalisation de fibres textiles ?

À l'état natif, la chitine est souvent accompagnée d'une proportion notable de matières minérales et de protéines : aussi ne peut-on pas l'utiliser directement pour des applications textiles. Nous verrons que les

particularités chimiques de la chitine et du chitosane, ainsi que le type de matières premières dont on les extrait, confinent aujourd'hui les fibres à base de chitine ou de chitosane à des usages spéciaux : le coût élevé de la chitine et du chitosane, par rapport à la cellulose, limite leurs applications à des secteurs à haute valeur ajoutée.

Toutefois, les cours de ces polymères n'ont cessé de décroître au cours des 20 dernières années et pourraient, dans les conditions actuelles de production, se stabiliser à environ 40 francs par kilogramme pour le chitosane. De surcroît, les propriétés biologiques de ces molécules en font des constituants de choix pour la réalisation de textiles utiles en médecine. L'ère des textiles à base de chitine ne fait que commencer.

Une valorisation de déchets

Les cuticules du zooplancton (notamment les petites crevettes qui constituent le krill) sont la source la plus importante de chitine. Toutefois la pêche de ces organismes minuscules (quelques millimètres de longueur) est trop difficile pour qu'on puisse utiliser industriellement leur chitine. On valorise plutôt les déchets des conserveries de crustacés (carapaces de crevettes ou de crabes), où la concentration en chitine est comprise entre 8 et 33 pour cent.

Comme dans les industries qui récupèrent la cellulose du bois, on élimine d'abord les composants minéraux et organiques qui accompagnent la molécule : on dissout la partie minérale (essentiellement du carbonate de calcium) à l'aide d'acide chlorhydrique, puis on attaque le produit à la soude en chauffant légèrement afin d'éliminer les protéines.



1. LE CHIMISTE HENRY BRACONNOT (1782-1855), qui dirigeait le Jardin botanique de Nancy, découvrit la chitine en 1811.