

L'ennoblissement des textiles

PIERRE VIALIER

Après le tissage, les fabricants font subir de nombreux traitements aux tissus : teinture, nettoyage, apprêts... L'industrie de l'ennoblissement rationalise ces opérations en se fondant sur l'étude physico-chimique des fibres et des produits utilisés.

L'ennoblissement transforme un tissu brut, tombant du métier à tisser, en un matériau noble, apte à être confectionné et, surtout, ayant un toucher agréable. Naguère l'ennoblissement était effectué par des hommes de l'art, d'expérience. Aujourd'hui, il est assuré par une industrie spéciale, mais qui travaille, évidemment, à côté de l'industrie textile. Les procédés empiriques sont remplacés par des méthodes rationnelles, fondées sur une compréhension physico-chimique des transformations effectuées.

L'ennoblissement consiste en trois grandes familles de traitements : le nettoyage du tissu, pour ôter les substances étrangères (par exemple, les lubrifiants employés pendant les opérations de filature, de tissage, etc.) et les impuretés naturelles (cires du coton, suint de la laine, etc.) ; la coloration du textile, teinture ou impression ; les apprêts, qui confèrent au tissu des caractéristiques de toucher ou de résistance à des agents externes.

Nous examinerons ici, notamment, des méthodes pour rendre les tissus infroissables ou résistants aux moisissures. L'ignifugation, elle, relève à la fois de l'ennoblissement et de la conception des fibres. Toutefois le cas le mieux étudié est celui de la teinture, que nous considérerons d'abord.

La teinture n'est pas une peinture : en raison de l'usure des textiles, une coloration de la seule surface des fibres disparaîtrait trop rapidement. Pour éviter que le fond des culottes ne blanchisse, par exemple, on fait diffuser le colorant de sorte qu'il soit réparti de façon quasi homogène dans tout le volume des fibres.

Depuis longtemps, les chimistes sont mis à contribution pour mettre au point des molécules de colorant qui résistent à la lumière, au lavage, etc. Toutefois, depuis une trentaine d'années, le point de vue des ennoblisseurs a changé : ils cherchent à obtenir des produits non toxiques et non polluants qui donnent des résultats reproductibles. Nous verrons comment les physico-chimistes ont sélectionné les produits satisfaisant ces trois conditions.

Teinture à cœur

Les fils avec lesquels on confectionne les tissus sont composés de fibres généralement torsadées (les frottements entre fibres assurent la bonne tenue des fils). Chaque fibre est elle-même composée de microfibrilles, torsadées ou non, qui sont composées de macromolécules (voir la figure 2). Par exemple, le polymère du coton et du lin est la cellulose, composée par un enchaînement de molécules de glucose ; la différence entre les deux tient à la torsion des microfibrilles : torsadées dans le coton, elles sont parallèles dans le lin.

Enfin les macromolécules des microfibrilles forment des zones de polymère alternativement amorphes et cristallines : dans les zones cristallines, les macromolécules sont parallèles ; à l'extérieur de ces zones, encore nommées cristallites, les molécules sont désordonnées.

Les zones cristallines ne sont pas solubles dans l'eau, tandis que les zones amorphes le sont : les molécules étant désordonnées, peu de liaisons physiques s'établissent entre elles. Pour les dissoudre, on doit rompre peu de

liaisons. Ainsi, ce sont les zones cristallines qui structurent le matériau quand il est plongé dans les bains de teinture ; l'hydratation des zones amorphes provoque seulement un gonflement de la fibre.

Au total, chaque microfibrille est comme une ficelle dont les fibres seraient alternativement collées avec de la colle forte et avec de la colle à papier peint : dès qu'on la mouille, la «ficelle» devient pâteuse sur les sections «collées à la colle à papier peint», et elle se déforme. Nous reviendrons à cette structure particulière quand nous examinerons l'infroissabilité des tissus.

Les zones cristallines structurent les ficelles, mais, en solution, l'eau (et certaines des molécules qui y sont éventuellement dissoutes) diffuse jusqu'au cœur du matériau le long des joints entre les zones cristallines. Ce comportement caractéristique des matériaux polymères est exacerbé dans le cas des fibres textiles par le parallélisme et l'orientation des macromolécules (une fibre est filiforme). Dès que l'eau et les macromolécules en zone amorphe forment un «gel», le colorant peut diffuser dans la fibre, s'il est soluble ou si l'on peut le disperser dans l'eau.

Quelles molécules migrent-elles ainsi au cœur des fibres ? Aujourd'hui les chimistes ne cherchent plus à synthétiser de nouveaux colorants ; au contraire, ils suppriment des catalogues tous les colorants toxiques ou peu résistants au lavage ou à la lumière. Ainsi a disparu le célèbre rouge garance (voir *L'avènement des colorants synthétiques*, par Georges Bram et Nguyễn Trong Ahn, page 56), qui imposait l'usage d'un mordant contenant des métaux

lourds. En 1970, on traitait encore la laine avec des sels de chrome pour obtenir des teintures solides, et nombre de colorants étaient cancérogènes, mais les produits polluants ou dangereux sont aujourd'hui proscrits de tous les articles traités en Europe.

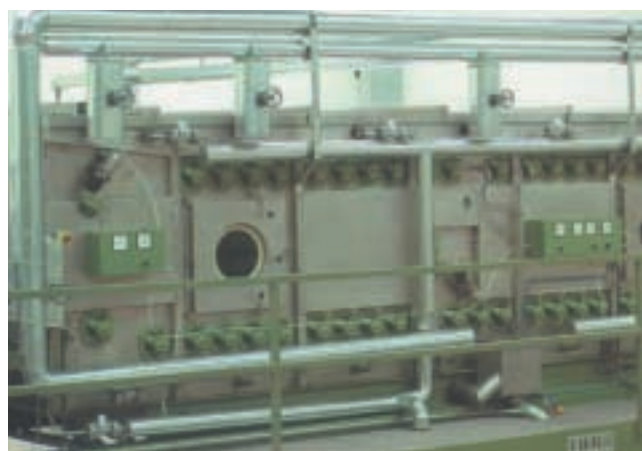
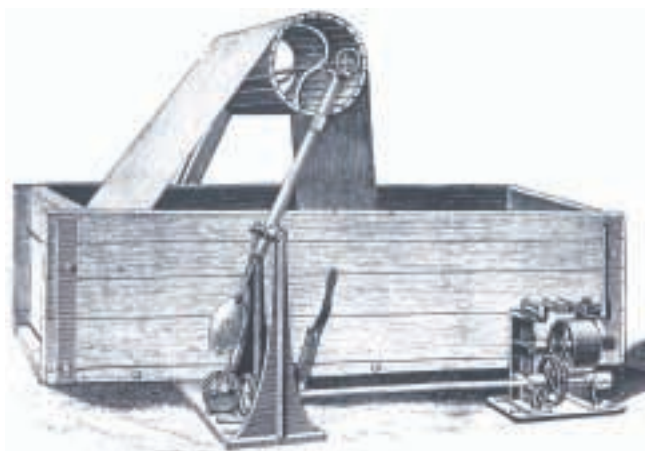
Parallèlement les spécialistes de l'ennoblissement désirent augmenter

le rendement de la teinture, c'est-à-dire la quantité de colorant qui se fixe par rapport à la quantité de colorant qui reste dans le bain : moins il reste de colorant dans le bain en fin d'opération, plus il y en a sur le tissu, et moins on pollue les rivières.

Comment obtenir un tel résultat ? Les physico-chimistes utilisent des

colorants ou des procédés tels que les interactions du colorant et de la fibre soient plus fortes que celles du colorant et de l'eau. Examinons comment régler ces affinités.

Tout d'abord, on privilégie des colorants peu solubles dans l'eau en modifiant certains groupes chimiques liés au centre «chromophore», qui donne



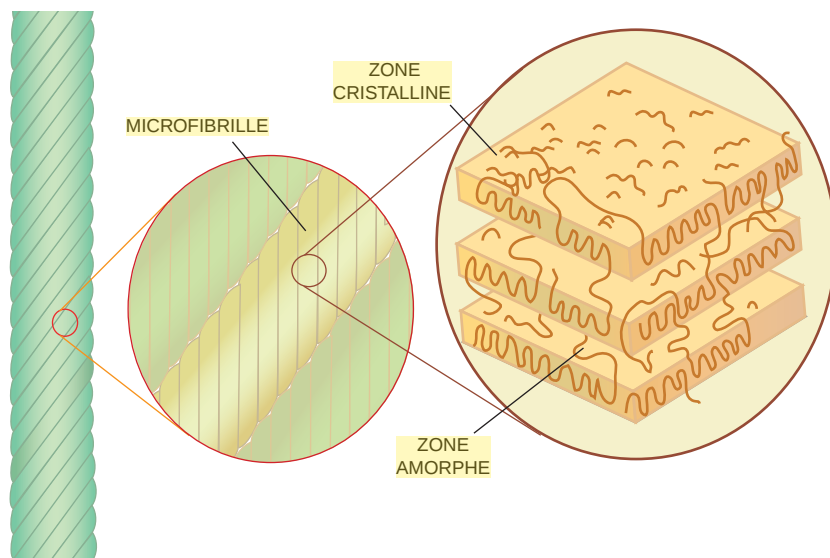
1. INSTALLATIONS D'ENNOBLISSEMENT. La machine en haut à gauche est une «barque» de teinture (1885). À sa droite figure un vaporisateur moderne et, en bas, une machine à mélanger les couleurs.

la couleur. Par exemple, les chimistes savent préparer à coût raisonnable trois colorants rouges d'une même famille : le CI 16011, le CI 15970 et le CI 16100 (voir la figure 6). Ces molécules diffèrent seulement par des groupes hydroxyle ($-OH$) et sulfonate ($-SO_3Na$), hydrophiles, et par des groupes méthyle ($-CH_3$), hydrophobes. À des températures et à des pH égaux (le pH mesure l'acidité du bain colorant), les fibres fixent dix pour cent de plus du premier

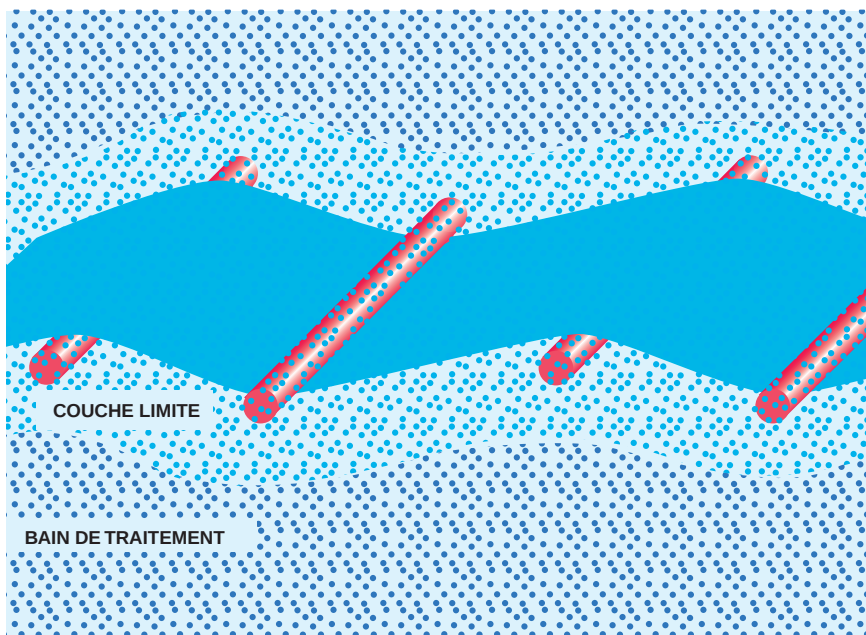
composé que du deuxième, et 50 pour cent de plus que du troisième : plus le colorant est hydrophobe, mieux il se fixe sur la fibre, et mieux il résiste au lavage (la couleur est peu modifiée).

Les colorants hydrophobes ont également l'intérêt de mieux satisfaire les législations sur la pollution imposées depuis 20 ans : plus un colorant est hydrophobe, plus le rendement de teinture est élevé, et moins la rivière est colorée. En revanche, plus le colorant

est hydrophobe, et plus le risque de mauvais unisson est grand : le colorant risque de ne pas se répartir également sur le tissu s'il se fixe de façon irréversible dès qu'il vient au contact de la surface ; comme la fibre n'est pas saturée en colorant, la teinte n'est pas uniforme. De surcroît, comme l'époque où l'eau était gratuite et l'énergie peu coûteuse est révolue, on économise l'eau. Enfin il existe une limite à l'hydrophobicité du colorant, qui est sa solubilité dans l'eau (quand il y est dissout et non en suspension). Ce problème est résolu par l'emploi de pompes doseuses, qui régularisent les concentrations en colorant dans le bain en cours de teinture (on dissolvait jadis tout le colorant au début du traitement, et le bain s'épuisait lentement, d'où des difficultés de reproduction des couleurs).



2. LES FIBRES sont composées par association de microfibrilles, lesquelles sont des alternances de zones où les macromolécules sont désordonnées (zones amorphes) et de zones cristallines où les macromolécules sont régulièrement arrangées (cet arrangement est grossi à droite).



3. DANS UNE SOLUTION d'un colorant, seul le colorant présent dans la couche limite, au contact immédiat du tissu, diffuse dans le tissu et le colore (à gauche). Pour que tout le colorant du bain participe à la teinture, on suce la solution colorante à travers le tissu

ou l'on fait passer le tissu (bande verticale, à droite) et la solution colorante dans un tuyau rétréci : la solution est alors plaquée contre le tissu, parce que la pression du liquide est réduite dans la zone rétrécie, où le liquide est accéléré au voisinage du tissu.

