Le mercerisage a l'ammoniac

Si le monde du textile reste hésitant et peu familiarisé avec les problèmes posés par l'emploi de l'ammoniac, ceux-ci sont actuellement maîtrisés par la collaboration des industriels de l'ammoniac et des industriels du textile. On verra dans la suite de l'exposé comment l'emploi de l'ammoniac en ennoblissement textile peut être considéré comme idéalement écologique.

Ing. Daniel Hazard

Veramtex S.A./N.V. (B)

Bien que l'on trouve des comptes rendus de recherches concemant l'action de l'ammoniac sur la cellulose datant de 1861, des résultats vraiment scientifiques n'ont été obtenus dans ce domaine qu'entre 1926 et 1937. Les recherches avec l'ammoniac liquide ont réellement débuté avec Bernady (1925) qui a trouvé que l'action de l'ammoniac sur la cellulose est beaucoup plus douce que celle des solutions concentrées de soude et que les caractéristiques des fibres sont, dans les deux cas, toutes différentes. Il a constaté, d'autre part, une augmentation du volume de la cellulose, mais pas d'attaque directe par l'ammoniac liquide, comme c'est le cas lors du traitement à la soude.

Quelques décennies se sont encore écoulées avant l'application de résultats de ces travaux dans l'industrie aux environs de 1967. Ils furent d'abord appliqués pour le traitement des fils de coton, puis pour le traitement des tissus et de la maille. L'exploitation industrielle de ce procédé dans la CEE n'a démarré efficacement que depuis une dizaine d'années: en Allemagne (société Martini à Augsburg) pour le tissu, et en Belgique (société Veramtex à Bruxelles) pour le tissu et la maille, cette dernière société étant la seule au monde à pouvoir traiter les deux types de produit.

Qu'est-ce que l'ammoniac? Utilisation

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, l'ammoniac est une substance naturelle. De formule chimique NH_3 (un atome d'azote et trois atomes d'hydrogène) l'ammoniac a été l'intermédiaire obligé dans les processus biologiques dès les origines de la vie.
En effet, à l'exception de certaines légumineuses, les végétaux comme les animaux sont incapables de fixer l'azote de l'air pour élaborer les protéines, éléments essentiels de la matière vivante.
L'ammoniac et ses dérivés sont les seules sources d'azote assimilable dont ils peuvent disposer.

L'ammoniac est naturellement présent dans les déchets animaux ou végétaux décomposés valorisés en agriculture.

Comme les quantités utilisables sont de loin insuffisantes pour assurer les besoins alimentaires mondiaux, une importante industrie s'est développée pour fournir à l'agriculture l'ammoniac et les dérivés ammoniacaux dont elle a besoin. Des quantités importantes sont consommées également pour la fabrication des fibres synthétiques comme le nylon et les acryliques.
A la température ambiante et à la pression atmosphérique, l'ammoniac est un gaz dont l'odeur irritante est caractéristique.
Il est extrêmement soluble dans l'eau pour former des solutions d'«ammoniaque» bien connues des ménagères.
L'ammoniac liquéfié est actuellement produit dans le monde entier dans des centaines d'installations dont la capacité unitaire va de 800 à 2000 T/j.

Fig. 1: Installation de traitement de tissus et tricots a l'ammoniac Photo: Veramtex

Description du procédé Veramtex

Le traitement s'effectue en continu et sous tension dans le sens de la longueur. Il consiste à imprégner le textile d'ammoniac liquéfié (NH_3) à

pression atmosphérique (c'est-à-dire à la température d'ébullition de –33°C), puis à éliminer le réactif soit par évaporation (procédé Sanforset), soit par rinçage à l'eau (procédé Veramtex).

La cellulose est donc traitée sous tension, en présence d'un alcali, ce qui est par définition un mercerisage. Comme pour le mercerisage à la soude caustique (NaOH), il se produit avec l'ammoniac des changements de structure de la cellulose – réorientation du réseau cristallin avec rotation et translation des chaînes cellulosiques autour de leur axe – donnant alors un réseau plus accessible aux réactifs. La petite dimension de la molécule d'ammoniac et la faible tension superficielle de l'ammoniac liquéfié favorisent la pénétration de l'alcali jusqu'au coeur de la fibre, sans destruction des microfibrilles comme cela a été généralement observé avec d'autres agents de gonflement. L'ammoniac qui a pénétré transitoirement à l'intérieur de la fibre est très vite et totalement éliminé parce que très volatile et extrêmement soluble dans l'eau.

Différences sur le procédé

La vitesse de pénétration de l'ammoniac dans la fibre et son élimination sont presque instantanées. Le traitement est alors rapide et la ligne de mercerisage très courte (temps d'imprégnation et d'évaporation de 15 à 25 secondes). L'utilisation d'un réactif à température d'ébullition permet de stabiliser de facto les paramètres de fonctionnement comme la température, la concentration, la tension, et évite l'addition de substances auxiliaires.

Merceriser avec l'ammoniac liquéfié permet une récupération quasi complète de l'alcali et sa réintroduction continuelle à l'état purifié par distillation, opération presque impossible avec la lessive de soude qui reste polluée, notamment lors du mercerisage d'un coton écru. Comme l'élimination de l'ammoniac est très rapide, la consommation d'eau est réduite de plus de la moitié. La pénétration du réactif au coeur de la fibre et l'élimination des paramètres de fonctionnement permettent d'obtenir une constance, une régularité des résultats.

Tab. I: Effets du traitement à l'ammoniac sur un tissu professionnel (100 % cotton, 290 g/m²)

	Echant. 1	Echant. 2	Echant. 3	Echant. 4
Résistance à la rupture				
Chaine	1191,9 N	1267,5 N	1393 N	896,6 N
Trame	890,7 N	864,3 N	879 N	662,2 N
Elasticité				
Chaine	16,30 %	10,20 %	11,20 %	12,40 %
Trame	11,10 %	15,60 %	20,80%	13,80 %
Résistance à la déchirure				
Chaine	50,2 N	29,3 N	30,8 N	48,3 N
Trame	48,1 N	24,0 N	28,2 N	40,2 N
Angle de défroissabilité				
Sec		183,6°	193,2°	220°
Mouillé		128,8°	143,0°	235°
Abrasion (3'000 rpm/90')		4,40 %	3,60 %	3,90 %

Echantillon 1 100% coton écru
Echantillon 2 100% coton blanchi
Echantillon 3 100% coton blanchi + NH3
Echantillon 4 100% coton blanchi + NH3 + résine

En conclusion, non seulement, le procédé:

- ne met en oeuvre qu'une substance naturelle comme l'ammoniac,
- fournit après traitement une matière textile entièrement exempte de ce réactif, mais aussi:
- ne donne lieu à aucun rejet gazeux ou liquide polluant, l'ammoniac utilisé étant entièrement récupéré, purifié par distillation et recyclé dans l'installation avec un rendement aussi proche de 100% que l'on souhaite.

Différences sur la fibre

Les propriétés apportées par le mercerisage conventionnel sont plus ou moins conservées avec l'ammoniac, c'est-à-dire l'augmentation de l'affinité aux colorants et le changement d'aspect. Mais le comportement de l'ammoniac sur la cellulose se différencie du comportement de la soude caustique de la façon suivante:

l'ammoniac, qui est un alcali faible, ne dégrade pas la fibre, contrairement à la soude qui est très agressive, ce qui renforce les propriétés mécaniques (abrasion, résistance, déchirure) et n'altère pas le toucher qui reste agréable même après de nombreux lavages.
L'ammoniac gonfle moins la fibre qui se comportera d'une façon plus plastique, plus malléable lors des sollicitations provoquées par le porter et les lavages ménagers. La vie de l'article et l'aspect neuf seront prolongés. Cette différence de gonflement explique également l'obtention d'un aspect brillant de la fibre après le traitement à la soude et un aspect satiné après le traitement à l'ammoniac.

La soude ne pénètre pas jusqu'au coeur des fibrilles alors que l'ammoniac y parvient, ce qui se traduit par un traitement très régulier et uniforme, plus performant en défroissabilité. Le retrait progressif aux lavages est presque stoppé et les coloris ne s'altèrent pas avec le temps.
Le séchage lors des opérations ultérieures sera plus rapide. En effet, l'«architecture» des micropores créés par la petite molécule d'ammoniac va faciliter, lors d'un essorage centrifuge ou mécanique, le transfert et l'élimination des solutions aqueuses contenues dans le coton.

Valorisation des effets

Le mercerisage à l'ammoniac modifie la morphologie de la cellulose et va bouleverser profondément les

propriétés de la fibre de coton car, avec l'augmentation de l'affinité tinctoriale, on a accru l'affinité et la sensibilité à tous les autres produits et traitements d'apprêts. Aussi, les traitements de finition devront-ils être adaptés à ces nouvelles caractéristiques.

Moyennant cette adaptation, on réalise une synergie remarquable entre le traitement àl'ammoniac et la finition. Celle-ci crée les conditions idéales pour obtenir des articles présentant des propriétés d'entretien, de porter et de stabilité spectaculaires grâce à une réticulation appropriée des molécules de cellulose, combinée à un adoucissage.

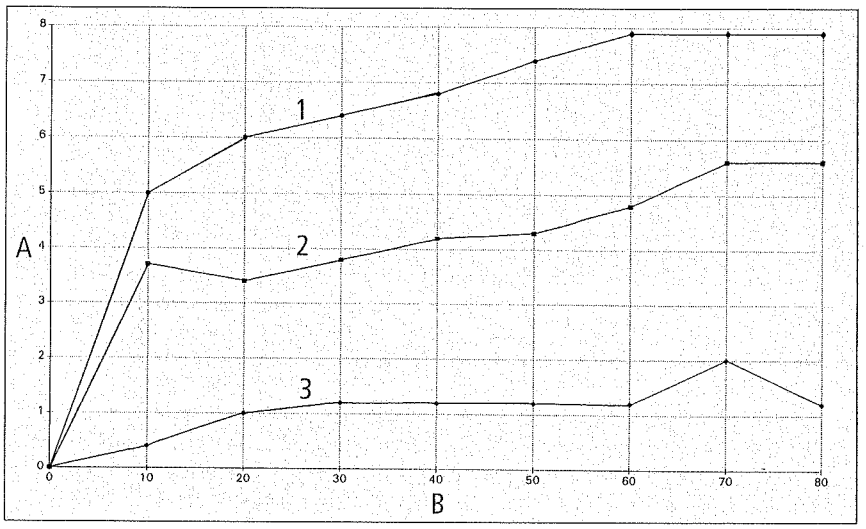

Fig. 3: Retraits après lavage. Tissus professionnels coton 290 g/m²

A Retraits en longueur en %
B Nombre de lavage à 90 °C

1 Blanchi
2 Blanchi + NH3
3 Blanchi + NH3 + Resine

Supports tissés

Avant traitement, le tissu doit être soigneusement désencollé, débouilli, blanchi (sans azurant). Après le passage à l'ammoniac, il est déconseillé de faire subir un traitement fortement alcalin au tissu. D'autre part, la légère alcalinité résiduelle du coton peut empêcher une réticulation optimale lors de l'application de résine, en rendant le catalyseur partiellement inactif. Il faudra alors neutraliser le tissu avant cette opération.

Selon l'article et sa destination, selon les propriétés recherchées, le tissu subira une condensation à sec, une réticulation humide ou mouillée. Par exemple, le traitement àl'ammoniac sur popeline, couplé à une réticulation humide, permet d'obtenir un rapport entretien/résistance qui avait été fixé comme objectif idéal depuis des dizaines d'années sans pouvoir être réalisé (un confectionneur de chemises allemand garantit que ses articles 100 % coton traités comme ci-dessus ne nécessitent pas de repassage après lavage et séchage sur cintre).

Tabl. II: Proprietes mécaniques sur tissus 100 % lin habillement

	Finissage habituel	Finissage condensation à sec		Finissage habituel	Finissage Réticulation humide	
		sans NH_3	avec NH_3		sans NH_3	avec NH_3
Retrait au lavage après 5 x 40 °C						
Chaine	–8 %	–3,50 %	–1,10 %	–8 %	–4,20 %	–1,20 %
Trame	–8 %	–3,50 %	–2,00 %	–8 %	–4,00 %	–1,50 %
Angle de défroissement (chaine +trame)						
à sec	127 °	170 °	250 °	127 °	145 °	240 °
mouillé	124 °	165 °	235 °	124 °	170 °	255 °
Wash and Wear (Monsanto)	1,5	3	4,3	1,5	3,5	4,5
Résistance à l'abrasion Accélérateur 3'000 rpm/120 ')	–10 %	–32 %	–16 %	–10 %	–26 %	–10,50 %

Les principales améliorations obtenues sont:

- l'augmentation des angles de défroissement à sec et au mouillé *(tableau 1)*;
- un meilleur comportement au wash and wear;
- des résistances augmentées dans la plupart des cas (rupture, déchirement, abrasion) *(tableau 1)*;
- un toucher agréable;
- la stabilité dans le temps (retrait progressif considérablement diminué) *(voir graphique)*.

Concernant les vêtements professionnels, un grand nombre de tisseurs ont opté pour le 100 % coton traité à l'ammoniac, donnant les mêmes résultats que le polyester/coton qui est moins confortable, moins absorbant, notamment pour la transpiration, qui devient transparent à l'usure et de plus n'est pas biodégradable.

Sur les fibres libériennes comme le lin et la ramie les résultats sont encore plus spectaculaires après le traitement à l'ammoniac *(tableau 2)*.

Supports tricotés

Les recommandations énoncées ci-dessus sont moins impératives pour ce support, car les propriétés demandées sur un tricot ne sont généralement pas celles que l'on désire obtenir sur un tissu (résistance, défroissabilité).
Le mercerisage s'effectue sur un écru ou en fil tricoté teint (mis à part le naphtol, tous les colorants résistent à l'ammoniac) et la finition diffère peu de la finition conventionnelle pour autant que l'on n'utilise pas de résine. Par le renforcement des propriétés mécaniques qu'apporte le mercerisage à l'ammoniac, il est maintenant possible de traiter le tricot à la résine tout en conservant des propriétés mécaniques acceptables (résistance dynamométrique et éclatement).

Les principales améliorations obtenues sont: le toucher, l'élasticité; la stabilité dans le temps; l'anti-vrillage; un comportement mécanique améliorant le rendement de la confection.

Perspectives

Produits à performances inégalées, confort, toucher, procédé plus respectueux de l'environnement consommant moins d'eau et permettant de remplacer le polyester-coton par le 100 % coton, voilà les atouts qui expliquent que le mercerisage à l'ammoniac a un succès grandissant en Europe et principalement en Allema~ne, en Suisse et en Autriche.
La preuve ayant été faite que l'ammoniac liquide peut être mis en oeuvre et recyclé de fac,on fiable dans l'industrie textile et les contraintes de l'environnement se faisant de plus en plus sévères, on peut maintenant envisager d'utiliser l'ammoniac comme solvant pour la teinture. La teinture en continu avec l'ammoniac liquide est connue. C'est donc l'ammoniac qui est utilisé à la place de l'eau pour amener le colorant sur la fibre.
Ce procédé est étonnamment simple. Le tissu ou tricot est foulardé avec le colorant dissout dans l'ammoniac à –33°C. Le support est alors vaporisé pour éliminer l'ammoniac et fixer le colorant. Un lavage subséquent pour enlever l'excès de colorant complète le cycle de teinture. L'ammoniac liquide étant un remarquable dissolvant le colorant est dissout monomoléculairement.
Tous les colorants classiques testés jusqu'à présent se dissolvent dans l'ammoniac et mis à part l'acétate, toutes les fibres peuvent être teintes selon cette méthode.
C'est un procédé qui permet d'éviter tous les problèmes qui se posent avec la qualité de l'eau. Il n'est pas nécessaire de contrôler le pH, la température du bain de foulardage puisque ces paramètres restent constants de par la nature de l'ammoniac.
D'autre part, on élimine une foule d'adjuvants ou de produits chimiques comme par exemple: mouillant, sel, séquestrant, véhiculeur, agent retardateur ou d'unisson.

Les essais ont mis en évidence une bonne pénétration du colorant, un temps de vaporisage réduit (de 3 à 30 secondes) qui est fonction du type et de la contexture du support et un excellent unisson de teinture.
Cette technique se démarque du nouveau procédé de teinture en gaz carbonique supercritique (qui oblige à teindre en discontinu et avec des appareils résistants à une pression de 74 bars) par sa simplicité et par la possibilité de merceriser et teindre simultanément toutes les fibres cellulosiques. ■