

LES FIBRES TEXTILES

I. Caractéristiques d'une fibre textile

Une fibre textile est caractérisée par plusieurs facteurs:

– La finesse et la longueur (Annexe 1)

La finesse conditionne le toucher et la souplesse du tissu.

Dans le cas d'un fil continu on parle de brins ou de filaments.

Dans le cas d'un fil discontinu on parle de fibres ou de fibrilles.

Le **Tex** est l'unité de mesure de la finesse d'un tissu.

1 Tex correspond à la masse en gramme d'un fil continu de 1000m. On utilise plus souvent le **dTex** (décitex) qui correspond à la masse en gramme d'un fil de 10000 m de long.

Ordre de grandeur:

La plupart des fils se situent entre 50 et 167 tex

Pour le tissage des bas ou collants : fils fins de 17 dTex

– La forme

La forme des fibres peut être responsable de certaines propriétés optiques ou thermorégulatrices.

– Les propriétés physico-physiques

C'est un des critères les plus importants. Il va directement influencer sur les conditions d'utilisation et d'entretien du textile.

– La cristallinité (Annexe 2)

Les fibres sont constituées de macromolécules linéaires. L'orientation des macromolécules est privilégiée dans le sens de la longueur.

Leur assemblage conduit à des structures complexes et hétérogènes comportant des zones cristallines qui alternent avec des zones amorphes.

Les zones cristallines, structures ordonnées à forte cohésion assurent la rigidité et la solidité alors que les zones amorphes, structures désordonnées à cohésion lâche, assurent la souplesse et la flexibilité.

Vue en section, on distingue 2 zones:

- La zone centrale, où prédomine l'orientation longitudinale des molécules

- La zone périphérique, où prédomine une orientation plus désordonnée qui donne un caractère

microporeux où l'air peut être emprisonné.

Exemple de la fibre de laine : possède un caractère gonflant et isolant car zone périphérique importante

Exemple du lin ou la soie : fibre plus lisse donnant des fils plats et des tissus au toucher plus frais

Si le degré de cristallisation augmente :

- La densité augmente

Polyester amorphe $d = 1.33$

Polyester cristallisé $d = 1.45$

- L'affinité tinctoriale diminue pour les colorants dispersés car ils se fixent dans les zones amorphes

- La résistance mécanique est augmentée

- La solubilité diminue pour les solvants (spécifique à chaque fibre)

- La durée de conservation du produit sans altération notable est augmentée.

Rapport structure-propriétés (Annexe 3)

- Zones cristallines importantes : augmente la résistance

- Zones amorphes : Apportent de la souplesse

- Longueur des fibres : Joue sur l'élasticité

- Elasticité : infroissable

- Hydrophile : fibres naturelles et fibres cellulosiques ou protéiniques.

Bonne affinité avec la teinture

Bonne absorption de l'eau

Confort (absorption de la transpiration)

Tendance à froisser (présence de liaisons hydrogène)

Si on supprime les liaisons hydrogène par traitement chimique le textile se froisse moins.

Exemple : acétate et triacétate de cellulose: coton infroissable

- Hydrophobe : fibres synthétiques
- Légèreté : fibres creuses, finesse des fibres
- Fibres lisses : brillance
- Finesse des fibres : douceur
- Surface des fibres en écailles ou torsadée : filage plus facile
- Fibres qui peuvent capturer l'air : isolante, conserve bien la chaleur corporelle. Exemple : Laine

LES FIBRES NATURELLES

Les fibres naturelles sont hydrophiles et elles présentent un confort exceptionnel.

En revanche, leur entretien est délicat, elles se froissent facilement, elles sont délicates à entretenir.

De plus, leur stabilité tridimensionnelle n'est pas toujours satisfaisante, ce qui implique qu'ils peuvent se déformer facilement.

1. D'origine végétale

1) La cellulose

- **Structure** (Annexe 1)

C'est un polymère naturel du glucose. Les molécules de glucose sont reliées entre elles par liaison osidique bêta 1-4.

La cellulose est un polymère linéaire.

Les macromolécules sont alignés et liées les unes par rapport aux autres grâce à des liaisons hydrogène.

(Annexe 2)

Le degré de cristallinité de la cellulose dépend:

- De l'origine des végétaux
- Du type de paroi (par exemple: moins de 5% pour les parois primaires et jusqu'à plus de 50% pour les fibres de coton, de lin ou de ramie)
- De la voie de synthèse

Le degré de cristallinité des celluloses régénérées est un paramètre variable à volonté.

La cellulose est organisée en différents niveaux hiérarchiques (Annexe 3) :

- Polymérisation linéaire de molécules de glucose
- Formation de **microfibrilles**
- Association de microfibrilles pour former des **parois biologiques**
- Formation de **fibres**.

- **Propriétés**

De nombreuses fonctions alcools sont présentes. La cellulose est donc sensible aux oxydants concentrés qui oxydent la fonction alcool en ester, et la fonction acide carboxylique ou en cétone). Elle est aussi sensible aux acides qui qui les estérifient. On utilise cette propriété pour obtenir des fibres artificielles d'acétate ou de triacétate de cellulose).

1. Action des acides :

L'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique hydrolysent la cellulose et la transforme en glucose soluble dans l'eau.

Ces acides, concentrés à chauds, carbonisent la cellulose.

L'acide acétique estérifie la cellulose.

2. Action des bases :

Diluées, elles sont sans action mais moyennement concentrées (10 à 20%) à froid, elles transforment la cellulose en alcali-cellulose, point de départ de la viscose.

Froides et concentrées (à partir de 20%), elles entraînent le mercerisage.

3. Action des oxydants :

Dilués, ils détruisent les matières colorantes naturelles ou accidentelles.

Concentrés, ils attaquent la fibre en la transformant en oxycellulose.

2) Le coton

Le coton est une fibre végétale qui entoure les graines des cotonniers (Gossypium sp.).

Il constitue la première fibre textile du monde (environ 50%).

La culture du cotonnier et l'exploitation de son produit, le coton fibre, sont d'une grande importance économique pour les pays producteurs, c'est "l'or blanc".

Les pays producteurs de coton sont essentiellement:

- principaux producteurs : les Etats Unis, la CEI, la Chine, l'Inde et l'Egypte (l'Egypte produit des cotons particulièrement fins et de belle qualité)
- producteurs secondaires : l'Afrique, la Turquie, la Syrie, le Pakistan, l'Australie.

La culture du coton n'est pas sans impact sur l'environnement:

- Le cotonnier est sensible à de nombreuses maladies bactériennes, virales et des moisissures.

Il nécessite un usage intensif des pesticides.

- Il nécessite aussi l'usage de grosses quantités d'engrais.
- Il entraîne une forte consommation d'eau.

La culture du coton a provoqué l'assèchement de la mer d'Aral.

- **Structure de la fibre** (Annexes 4 et 5))

La fibre mesure de 1 à 7 cm. Son diamètre est de 20 à 40 μm . La fibre est creuse et torsadée. Le canal central est très large. La section a une forme de haricot. Elle est composée de cellulose. Son degré de polymérisation est de 2500 à 3000.

- **Propriétés physiques et chimiques**

Les propriétés chimiques du coton sont semblables à celle de la cellulose.

Les solvants, les enzymes et les corps gras sont sans action sur le coton.

Le coton possède de nombreux avantages :

- Peu coûteux
- Textile doux et confortable
- Bonne résistance mais élasticité médiocre

Les 2 sont liés au fort degré de cristallinité des microfibrilles de cellulose

- Légèreté
- Reprise en eau de 10 à 20%
- Bonne résistance au blanchiment – Jaunit à la lumière
- Très bonne affinité tinctoriale (paroi fine)
- Très bonne affinité à la filature
- Très bonne aptitude aux mélanges (en particulier avec les polyesters)
- Résiste bien aux insectes mais est sensible aux moisissures

Cependant, le coton rétrécit au lavage.

Lorsqu'on le mouille et que l'on tire sur les macromolécules, on tire sur les zones amorphes.

En séchant on bloque le système de macromolécules sous tension. Quand on mouille à nouveau la cellulose, les macromolécules reprennent une configuration repliée et le matériau rétrécit.

On peut remédier à cet inconvénient en supprimant les liaisons hydrogènes entre macromolécules pour éviter un mouvement des unes par rapport aux autres.

- **Tests d'identification**

- Brûle rapidement, cendres blanches et légères
- Coupe transversale : aspect d'un haricot
- Soluble dans la liqueur de Schweitzer et dans une solution acide de chlorure de zinc.

- **Mercerisage du coton**

Le procédé a été conçu en 1844 par John Mercer qui eut l'idée de traiter des fibres de coton avec de l'hydroxyde de sodium (soude). La technique de Mercer rendait le tissu plus solide, avec un aspect plus lustré, brillant et soyeux et le rendait plus réceptif aux teintures. Cependant, elle occasionnait un rétrécissement important de l'étoffe.

C'est sûrement pour cette raison que le procédé ne rencontra guère de succès avant qu'Horace A. Lowe ne l'améliore jusqu'à sa forme actuelle en 1890. L'amélioration principale consistait à maintenir le textile étiré pendant l'opération afin de prévenir son rétrécissement. Cette phase d'étirement pouvait se faire également pendant que les rubans sont encore humides. Il a de plus ajouté une étape de rinçage à l'eau.

• Principe de production moderne

La méthode de production moderne du coton mercerisé, également connu sous le nom de coton perlé, est obtenue par l'application de soude caustique (NaOH) concentrée à raison de 300 g/l, à température ambiante et en maintenant les propriétés dimensionnelles, permet de faire gonfler les fibres de coton.

Le maintien des dimensions est essentiel afin d'éviter un retrait de 25 à 30%.

Pour cette raison le traitement ne peut s'appliquer qu'aux étoffes stables et peu déformables. Il est donc exclu de la pratiquer sur des tricotés. Il est aussi possible de l'appliquer sur des fils sous forme d'écheveaux. Au cours du traitement, il convient de ne pas exposer le coton à l'air libre pour éviter une hydrolyse, de maîtriser la température, et de bien neutraliser le pH en fin de procédé.

Le mercerisage induit de nombreux changements :

- Les fibres de section en forme de haricot deviennent, sous l'action du gonflement, de section circulaire.
- Les fibres qui sont vrillées avant traitement le sont nettement moins après.
- La cuticule de coton est brisée, la lumière se réfléchit mieux et les fibres deviennent plus brillantes. Le

changement de structure cristalline améliore donc les propriétés physiques avec une augmentation de la ténacité à sec et au mouillé.

D'autres produits alcalins peuvent parfois être utilisés, toutefois, pour des raisons de coûts et d'efficacité, c'est la soude caustique qui est généralement préférée par les industriels. Un procédé voisin consiste à traiter les fibres de coton avec une solution d'ammoniacale.

La mercerisation peut s'effectuer sur les fibres, sur les fils ou même sur les étoffes déjà réalisées. On parle de double mercerisation lorsque l'on traite à la fois le fil et le produit fini (ex : tricot).

• Effets du mercerisage

L'affinité tinctoriale est améliorée car le colorant pénètre mieux dans la cellulose. Ce traitement augmente la brillance, la force de résistance, l'affinité à la teinture, la résistance à la moisissure, mais augmente aussi les risques d'abrasion. On réserve ce traitement aux fils et aux étoffes de noble qualité. Le terme de Fil d'Ecosse est aussi utilisé pour des filés de coton longues fibres assemblés par retordage ayant subi une mercerisation.

• Utilisation

Le fil de coton mercerisé est utilisé tel quel, mais est également utilisé dans les fils à âmes (core yarns) ou fils guipés. C'est à dire que le fil est composé d'une âme (souvent de polyester) pour la solidité, autour de laquelle on enroule le fil perlé pour l'esthétique.

• Froissabilité des fibres de coton

Depuis longtemps (fin des années 1940), on cherche à éliminer ce problème de la froissabilité, puisque c'est un critère négatif pour le consommateur et un défaut du produit.

Les conditions propices à la formation des plis sont une contrainte de pression ou de flexion et la présence d'humidité. C'est typiquement le cas du conducteur assis : humidité relative à proximité importante (pas ou peu de ventilation) et position quasi-statique favorable à la formation d'un pli.

Le coton est un enchaînement de motifs cellobiose (dérivé de cellulose) présentant de nombreux groupes hydroxyles (-OH). Ces groupes -OH interagissent entre eux pour former des liaisons hydrogène.

La liaison hydrogène, bien que moins forte qu'une liaison covalente, est suffisamment forte pour assurer la cohésion entre deux chaînes de polymère.

La formation d'un pli se déroule en 3 étapes :

- la fibre cellulosique gonfle en présence d'eau. Ce gonflement est dû à la rupture des liaisons hydrogènes des zones amorphes de la cellulose. Les groupes -OH du polymère peuvent alors former des liaisons hydrogène avec des molécules d'eau sous la contrainte de la flexion et la pression.

- le pli se forme.

- le séchage permet la fixation du pli.

Pour éliminer le pli, il faut refaire le même processus et donner la forme souhaitée après avoir fait gonfler la fibre par de l'eau, d'où le repassage à la vapeur.

Pour éviter le froissage, on fait agir sur les groupe OH qui assurent les liaisons hydrogènes un composé qui n'établit pas de liaisons hydrogènes. On réalise cette opération par réaction avec des acides polycarboxyliques qui réagissent avec les groupements OH. La méthode consiste à réaliser cette réaction chimique par pressage lorsque les zones amorphes sont mises à la forme voulue. Ce traitement a pour effet secondaire de rendre le coton hydrophobe, il sèche alors plus vite mais il se lie davantage aux graisses et son toucher est modifié.

3) Le lin (Annexe 6)

Le lin est utilisé depuis l'antiquité (-6000 av JC). Il est issu des tiges de lin. En Egypte, il servait entre-autre à confectionner les bandelettes quasi imputrescibles qui enveloppait les momies.

Formé à partir de cellulose.

Les fibres peuvent être utilisées pour faire du papier, des cordes, des sacs.

Le lin est anallergique, isolant et thermorégulateur.

- **Structure de la fibre**

- Fibres lisses et parallèles
- Claires et brillantes, souvent groupés en faisceau
- Longueur moyenne de 6 cm
- Degré de polymérisation : $n = 2500$

Propriétés chimiques : comme le coton

Propriétés physiques :

1. Bonne résistance mécanique (meilleur que le coton en raison d'une plus grande cristallinité des fibres et de la disposition des microfibrilles dans l'axe de la fibre)
2. Fibres lourdes – Donne du tombant ou tissu
3. Faible élasticité par rapport au coton (lié à la forme de la fibre)
4. Grande finesse - Se froisse facilement
5. Moins bonne affinité tinctoriale que le coton car l'épaisseur des parois de la fibre empêche une bonne pénétration du colorant
6. Mauvais pouvoir adithermique (moins bon que le coton)
7. Reprise en eau de 12 à 20%
8. Bon pouvoir absorbant
9. Jaunit à la lumière – Attaqué par les moisissures

Tests d'identification :

- Brule rapidement, cendres blanches et légères
- Aspect en longueur : Stries irrégulières en forme de X
- Vue en coupe : Cellule aux contours polygonaux à angles arrondies
- Soluble dans la liqueur de Schweitzer, dans une solution acide de chlorure de zinc et dans de la cupri-éthylène-diamine

4) Le chanvre (Annexe 6)

Utilisé depuis l'antiquité (-4700 av JC), il est originaire des versants himalayens de l'Inde. Formé à partir des tiges et constitué de cellulose.

- **Structure de la fibre**

- Fibres de 1 à 4 cm de long
- 10 à 50 micromètres de diamètre

Toutes les propriétés du chanvre sont celles du lin mais en plus grossier. Les fibres sont moins lisses et moins brillantes que le coton.

- Présence de fibrilles à la surface de la fibre, ce qui donne aux filés de fibres un aspect pelucheux
- Toucher est assez rêche et rustique car la solidité des fibres est plus grande que celle de lin (présence de lignines) et moins souple.
- Fraicheur et confort.
-

- **Tests d'identification**

- Brule rapidement, cendres blanches et légères
- La surface de la fibre est ramifiée en fibrilles
- Sa section est polygonale mais le canal central est plus important que celui des fibres de lin

5) Le jute (ou chanvre du bengale)

Il est aussi appelé « chanvre du Bengale ». Servait au Moyen-Âge à faire les bures des moines.

Les fibres extraites d'une plante cultivée en Inde. Elle est bon marché.

- **Structure de la fibre**

- Courtes (2 à 3 mm)
- Diamètre de 16 micromètres
- D'un aspect raide et grossier (présence importante de lignine)
- Elle se teint et se blanchit facilement. Sa solidité est moindre que le lin, la ramie ou le chanvre.
- Elle doit être conservée à l'abri de l'humidité qui l'altère et la désagrège.

6) Le Kapok

Issu de fruits d'arbres tropicaux. Elle est non tissable.

La fibre est très légère et possède de bonnes qualités thermiques (lumière cellulaire remplie d'air). Elle est très peu mouillable et à la réputation de flotter à la surface de l'eau sans s'immerger.

On l'utilise pour le rembourrage des anoraks et de la literie (oreillers, couettes etc...)

7) La ramie (Annexe 6)

Elle est extraite de l'écorce de l'ortie de Chine. Ce sont des fibres longues et brillantes (6 à 25 cm) d'un diamètre de 50 micromètres aux propriétés identiques au lin et au coton.

Elle est appréciée pour ses qualités de brillance et de résistance comparable à la soie. Ce sont les fibres naturelles ayant le rapport ténacité/finesse le plus important (70 à 85 cN/tex contre 55 à 60 cN/tex pour le lin et 25 à 45 cN/tex pour le coton) car les fibres sont très cristallines. Un fil de ramie peut être difficilement cassé à la main.

Elles sont réputées également comme imputrescibles.

Elles présentent également une bonne capacité à absorber l'humidité (caractère hydrophyle de la cellulose) et à prendre les teintures. Elle est utilisée en papeterie, dans l'habillement et l'ameublement.

8) Autres fibres

Sisal : Fibres grossières extraites d'une plante (agave) du Mexique

Coco - Palmier (raphia) – Baobab - Ananas

2. D'origine animale

1) La laine

- **Sources d'approvisionnement**

1. Tonte des animaux vivants

La longueur, la finesse et l'élasticité des fibres dépendent de leurs positions sur le corps de l'animal (épaule, flancs) et de la race de l'animal. La matière utilisable ne représente que 30% de la toison.

2. Récupération des toisons des animaux morts

Arrachage ou voie chimique (délainage).

3. Récupération des vieux tissus de laine

Le label « Woolmark » exclu les laines de récupération.

- **Différentes catégories de laine**

Il existe 3 grandes catégories de laine :

- **Laine mérinos**

Moutons originaire d'Espagne. Fibres douces, fines, élastiques et vrillées à mèches régulières.

- **Laine croisée**

Obtenue par croisement de races. Fibres longues, plus nerveuses et moins fines que la laine mérinos.

- **Laine commune**

Obtenue à partir de races autochtones. Fibres lisses, brillantes et assez longues.

- **Composition des fibres** (Annexe 7 et 8)

La laine est composée de kératine. La kératine est composée de cystine, d'acide glutamique, d'alanine, de glycine, de tyrosine... On y trouve en tout 18 acides aminés.

C'est un polymère dont le motif est composé de 7 acides aminés qui se répètent et prennent la forme d'une hélice alpha. Le motif occupe environ deux tours d'hélice.

Elle est par ailleurs enveloppée de 2 produits :

- La **cholestrine** ou matière grasse produite par les glandes sébacées.

- Un produit composé de stéarine, d'oléine et surtout potasse appelé le **suint** produite par les glandes sudoripares.

Il faudra les éliminer par lavage pour préparer la laine.

- **Caractéristiques des fibres** (Annexe 8 et 9)

Longueur varie entre 3 et 30 cm suivant la race des animaux. Diamètre de 15 à 40 micromètres.

Fibre frisée (structure bilame).

Couleur qui varie du blanc au noir en fonction de la quantité de mélanine qu'elles contiennent.

- **Propriétés chimiques**

La laine supporte les oxydants légers et les acides à froid (teinture des laines). Les acides forts, les acides faibles, les réducteurs, les solvants, les enzymes et corps gras n'abiment pas la laine.

Les oxydants oxygénés (eau oxygénée) décolorent la laine.

Ne supporte pas les solutions basiques et la chaleur (décomposition de la fibre).

Ne supporte pas l'eau de javel qui dissout la fibre.

Action du chlore qui rend la laine brillante et lui donne un toucher doux. Il renforce son affinité tinctoriale et l'empêche de feutrer en détruisant les écailles superficielles.

Lavage avec les lessives les moins basiques possibles à l'eau tiède sans frotter pour éviter le risque de feutrage. Les ultrasons améliorent la pénétration des bains de teintures.

Nettoyage à sec par des solvants. Attaquée par les mites (larves de papillons).

- **Propriétés physiques**

- Fibre antistatique

Elle n'attire pas et ne retient pas la poussière.

- Bonne protection thermique

Due au matelas d'air retenu entre les fibres.

- Ininflammable

Classée dans les tissus non-feu.

- La laine à tendance à feutrer

Les fibres s'accrochent et s'enchevêtrent grâce à leurs écailles (fabrication des feutres : tissu épais et moelleux).

- Hydrophile

Capable d'absorber jusqu'à 30% de son poids en eau sans paraître mouillée. Elle peut ainsi absorber et laisser s'évaporer très lentement le liquide qu'elle absorbe.

- Très grande élasticité

Due à l'hélice de kératine qui autorise un allongement de 25 à 40% ainsi qu'une bonne résistance à la traction due aux ponts disulfures des cystéines. Mais cette résistance diminue au mouillé et il ne faudra pas tordre ou sécher autrement qu'à plat les articles de laine.

- La fibre est capable de se défroisser par simple action de l'humidité.

- Bonne affinité tinctoriale grâce à son grand pouvoir absorbant et son caractère hydrophile.

- Bonne aptitude à la filature.

Due aux écailles qui lui donne du crochet et grâce à la longueur et la forme frisée des fibres.

- Bonne aptitude aux mélanges en particulier avec les acryliques.

- La laine est irritante pour la peau.

- **Tests d'identification**

Brûle lentement en se boursoufflant, grésille puis charbonne avec une odeur de corne brûlée.

Cendres noires et brillantes.

Fibres présentent des écailles en surface.

La laine est soluble dans une solution de soude caustique.

2) Autres

Cachemire : poil de chèvre vivant dans la vallée du cachemire. Fibre fine douce et soyeuse très élastique. Luxe

Alpaga : sorte de lama. Fibre très fines. Article de luxe

Mohair : Chèvre angora d'Asie Mineure. Fibre fine mais peu souple

Angora : Poils de lapins ou de chats angoras. Fibre très fine et très douce mais qui feutre facilement. S'utilise mélangée à de la laine

3) La soie

La soie est connue et utilisée depuis 3000 ans.

On appelle soie les filaments continus produits par des chenilles de papillons dont la plus connue est le bombyx du murier.

Lors de sa métamorphose, le ver à soie entoure leur chrysalide d'un cocon (glande séricigène). C'est ce cocon qui sera dévidé et donnera le fil de soie. Cependant si la chrysalide va au terme de sa métamorphose, le papillon perce le cocon pour pouvoir sortir et brise ainsi la continuité du fil.

On étouffe les chrysalides par la chaleur afin de ne pas porter atteinte au fil de soie.

- **Caractéristiques des fibres** (Annexe 10)

C'est un fil continu très fin mesurant 40 micromètre de diamètre de couleur pâle. Il est brillant et soyeux car le fil est lisse et renvoie bien la lumière. Sa longueur varie entre 700 et 1500 m.

Au microscope, le fil apparaît formé de deux fils de section triangulaire soudés entre eux par une sorte de vernis : la séricine ou grès. C'est un tissu très doux au toucher.

Il est très léger (3 dtex).

- **Composition chimique**

La soie, comme la laine, est d'origine protéinique.

Elle englobe deux protéines :

- la **fibroïne** (environ 65%), protéine fibreuse proche de la kératine constituée à 75% de glycine et d'alanine.

Le motif de base de ce polymère est le suivant : gly-ala-gly-ala-gly-ser.

- la **séricine** (environ 12 %). La séricine, est la colle naturelle qui enveloppe le fil de soie quand le ver à soie file son cocon et qui le maintient en forme en séchant. C'est une protéine naturelle hydrosoluble.

Le reste est composé d'eau et de matière minérale.

La fréquence et la régularité de ces motifs conduisent à la formation d'une structure secondaire en feuillet β . Ces feuillets antiparallèles forment des nappes qui s'empilent. La soie est constituée de domaines cristallins formés par les feuillets β et de zones amorphes constituées d'autres acides aminés tels que la tyrosine qui ne permettent pas la formation de feuillets β (Annexe 11 et 12).

La séricine constitue le grès. Elle sera éliminée lors du décreusage : soie cuite si décreusage complet, soie souple si décreusage incomplet, soie grège si pas de décreusage

- **Propriétés chimiques**

Elles sont très semblables à celles de la laine.

Les deux fibres réagissent de la même façon aux agents chimiques. La seule différence provient de la calcination qui ne produit pas de dégagement de sulfure d'hydrogène dans le cas de la soie car elle ne contient pas de cystine.

La soie est hydrophile grâce à sa nature protéinique. Son affinité à la teinture est donc très bonne du fait de son bon pouvoir absorbant. On « charge » la soie en lui faisant absorber des sels métalliques afin de compenser la perte de poids liée au décreusage.

- **Propriétés physiques**

La soie présente une grande résistance mécanique, comparable à celle d'un fil d'acier. Sa charge de rupture est de l'ordre de 30 à 55 cN/tex. Elle est due aux liaisons covalentes entre les acides aminés et les domaines cristallins. En effet, l'alignement des molécules de fibroïne lors du passage dans la filière de l'animal permet la création des zones cristallines. Elle a été longtemps utilisée pour fabriquer les toiles de parachutes.

La soie présente aussi une bonne élasticité car les forces de liaisons entre les feuillets β sont faibles et permettent un glissement entre les feuillets. Malgré son extrême solidité, la soie garde néanmoins une très bonne souplesse. Elle est due à l'existence de domaines amorphes. Elle dépend de la proportion relative des domaines cristallins et des zones amorphes (moyenne de 15 %). Cette bonne élasticité explique la propriété d'infroissabilité de la soie.

Le décreusage apporte souplesse et brillant. En effet après l'élimination du grès, la fibre présente une section triangulaire et pleine. Les rayons lumineux rencontrant chaque face plane sont à l'origine de phénomènes de réflexion et de diffraction qui donnent les propriétés de brillance et de chatonnement caractéristiques de la soie (aspect soyeux).

Son pouvoir adiabatique donne des vêtements très agréables à porter.

- **Tests d'identification**

Brûle lentement en se boursouflant – Odeur de corne brûlée - Fibre de section ovale ou triangulaire

Soluble dans la liqueur de Schweitzer - Un mélange sulfonitrique dissout la soie

Les fibres artificielles

Elles sont formées à partir de molécules naturelles qui ont subi une transformation chimique. Elles peuvent dériver de la cellulose, du soja, du maïs, des arachides, de la caséine du lait et d'autres protéines animales.

Si les traitements chimiques apportés aux fibres naturelles sont peu importants, les fibres artificielles gardent des propriétés proches des fibres naturelles (Hydrophile, présentent un bon confort, entretien proche des fibres naturelles).

Mais si le traitement chimique est trop important, les propriétés des fibres artificielles se rapprochent plus de celles des fibres synthétiques.

Une fibre textile artificielle est obtenue par le traitement chimique de matières naturelles.

Exemples : La lanital obtenue à partir de la caséine de lait et la viscose à partir de la cellulose.

Ces traitements chimiques ont pour but d'obtenir un produit filable.

Les premières fibres artificielles ont été synthétisées en 1846 par Christian Friedrich Schönbein. Il a synthétisé du fulmicoton à base de coton traité par les acides nitriques et chlorhydriques.

1. Fibres cellulosiques

a. La viscose (Annexe 1)

La viscose est un textile artificiel dérivant du coton. Elle a été inventée afin de répondre à la demande croissante de tissus semblables à la soie. La viscose est appelée soie artificielle.

La matière première est la pâte à bois ou le coton.

La viscose est de constitution très voisine du coton mais le degré de polymérisation y est en général plus faible ($n = 300$). C'est de la cellulose régénérée.

2 tissus peuvent être fabriqués à base de viscose :

- la rayonne ou soie artificielle, composée de fibres continues
- la fibranne formée de fibres courtes associées par torsion.

Avec des traitements adaptés, la viscose peut également produire de la cellophane, de l'éponge végétale, du boyau de dialyse, ou encore du boyau cellulosique pour l'industrie de la salaison.

- Aspect

Fil blanc et brillant. Mais on peut le traiter dans la masse pour le rendre mat ou semi-mat.

Le fil est fortement strié. La section du fil est dentelée.

- Propriétés chimiques

Elles sont proches du coton.

Les acides forts et faibles, les bases fortes et faibles, les oxydants et les réducteurs détériorent rapidement la viscose.

Les solvants, les enzymes et les corps gras sont sans action sur la viscose

L'action de soude concentrée à froid permet aussi de merceriser la viscose

- Propriétés physiques et chimiques

- Bonne résistance à sec mais diminution de 50% au mouillé
- Tendance à rétrécir
- Elasticité moyenne mais meilleure que celle du coton. La viscose est donc moins froissable que le coton.

Mais la viscose peut se froisser car le mécanisme de formation des plis peut toujours se faire grâce aux liaisons hydrogènes entre polymères.

- Bonne affinité tinctoriale liée au bon pouvoir absorbant (jusqu'à 150% en masse d'où utilisation pour les couches).

- Son confort est identique à celui du coton - Aussi bonne aptitude aux mélanges que le coton
- Bonne résistance à l'usure par abrasion
- Bonne résistance à la lumière
- Résiste aux mites
- Entretien facile

Par ailleurs, comme pour les fibres synthétiques, on peut faire varier les paramètres de la viscose.

On peut faire varier la finesse des fibres et leurs degrés de cristallinité en fonction de la pression à l'extrusion et de l'étirement à la sortie de la filière. On a pu synthétiser une viscose haute ténacité, possédant une meilleure résistance

au mouillé et une meilleure élasticité (le rendant infroissable) que la viscose classique. Elle est synthétisée à partir d'une viscose plus concentrée ce qui augmente le degré de polymérisation. Son passage dans les filières est plus lent et l'étirage est plus poussé pour augmenter la cristallinité.

Marques : MERYL, MODAL pour la viscose « haute ténacité ». CINEDA pour la viscose classique.

- **Fabrication des fibres de viscose** (Annexe 2 et 3)

La xanthate de cellulose est très visqueuse. Les fils sont coagulés dans bains acides.

Simultanément au filage, les filaments de viscose sont lavés, blanchis et séchés puis subissent une torsion. Les fils de viscose sont formés par assemblage et torsion des filaments.

Les fibres se présentent sous forme de fils continus (rayonne) ou discontinus si on les sectionne à une longueur déterminée (fibranne) ce qui permettra de les mélanger à d'autres fibres courtes comme le coton ou la laine.

b. Autres viscoses

Par ailleurs, comme pour les fibres synthétiques, on peut faire varier les paramètres de la viscose. On peut faire varier la finesse des fibres et leurs degrés de cristallinité en fonction de la pression à l'extrusion et de l'étirement à la sortie de la filière.

On a pu synthétiser une **viscose haute ténacité** qui présente une meilleure résistance au mouillé et une meilleure élasticité, le rendant ainsi infroissable.

Elle est synthétisée à partir d'une viscose plus concentrée augmentant le degré de polymérisation. Son passage dans les filières est plus lent et l'étirage est plus poussé pour augmenter la cristallinité.

Marques : MERYL, MODAL pour la viscose « haute ténacité ». CINEDA pour la viscose classique.

La **cuprocellulose** est un autre dérivé de la viscose. Le procédé de fabrication est très voisin de celui de la viscose.

La matière première est la cellulose, qui est directement dissoute dans de l'hydroxyde de cuivre ammoniacal. Le filage se fait en milieu acide. La fibre obtenue est blanche, brillante et ressemble à de la soie

Marque : BEMBERG

c. Acétate, diacétate et triacétate de cellulose (Annexe 6)

Mis au point à la fin de la guerre 14-18, l'acétate de cellulose est fabriqué à partir de cellulose et d'acide acétique. C'est un dérivé du cellulose et non de la cellulose régénérée (contrairement à la viscose).

Elle est obtenue par estérification des fonctions alcools de la cellulose par de l'acide acétique ou de l'anhydride acétique (rendement plus important) (Annexes 4 et 5).

Selon le degré d'estérification on obtient de l'acétate de cellulose, du diacétate de cellulose ou du triacétate de cellulose.

Propriétés physiques et chimiques communes

- L'aspect des fibres se rapproche de celui de la soie.
- Elles sont moins résistantes que la viscose.
- Cette fibre est beaucoup moins hydrophile car les sites hydrophiles ont été neutralisés lors de l'acétylation. Le textile sèche plus facilement et la fibre est peu absorbante.
- Bonne élasticité donc textile peu froissable

Les fonctions OH de la cellulose ont été estérifiées donc plus de liaisons hydrogènes entre les molécules de cellulose et plus de risque de plis

- Bonne stabilité tridimensionnelle. Toucher très agréable

Propriétés chimiques communes

- Les acides forts, les bases fortes et faibles, les réducteurs les détériorent rapidement
- Les acides faibles et les oxydants les altèrent peu
- Les solvants (SAUF L'ACETONE), les enzymes et les corps gras sont sans action.

Acétate de cellulose

Son degré d'acétylation est de 55%

Tests d'identification

- Fond avant de brûler, odeur piquante de vinaigre (acide acétique)
- Résidu dur et noirâtre
- Fibre présente des cannelures
- Soluble dans l'acétone

Marques : ALBENE, RHODIA

Triacétate de cellulose

Son degré d'acétylation est de 62%. Elle résiste mieux à la température que l'acétate.

Elle est plus stable aux traitements chimiques que le triacétate.

L'action des bases fortes sur le triacétate induit une réaction de saponification. Ce traitement chimique confère au triacétate des propriétés antistatiques.

Tests d'identification

- Fond avant de brûler, odeur piquante plus âcre que pour l'acétate
- Le triacétate ne se dissout pas à l'acétone mais s'y disperse en petits flocons

Marques : RHONEL, TRICEL, ARNEL

d. Fibres artificielles issues de la cellulose de bois (biodégradable et écologique)

1. Le lyocell (Annexe 7)

La production du lyocell est écologique. Il a obtenu le label écologique « Fleur bleue » de l'UE. Elle est produite à partir de pulpe de bois (feuillus, eucalyptus, bambou...). La fibre est biodégradable. Elle est 100% cellulosique. La fibre est fabriquée dans le respect de l'environnement.

En effet, la production de lyocell s'effectue en circuit quasi-fermé et utilise un solvant organique recyclable.

Les fibres de lyocell sont fabriquées à partir d'un mélange de pulpe de bois qui est dissout dans un solvant non toxique, le NMMO (N-Méthyle-Morpholine-N-Oxyde).

La solution obtenue, très visqueuse, est alors filtrée et extrudée par des filières dans un bain de filage aqueux dans lequel la cellulose émerge sous forme de fibres.

Par distillation des bains, l'eau est recyclée et le solvant est récupéré à plus de 99,5%.

De plus, les très faibles émissions résiduelles sont décomposées dans des installations de purification biologique adaptées.

Le lyocell satisfait donc parfaitement les impératifs de l'industrie textile moderne.

• Avantages du Lyocell:

La comparaison des fibres lyocell et des fibres de viscose dans plusieurs laboratoires a conduit au constat suivant : les fibres issues du procédé lyocell sont :

- plus résistantes que toutes les autres fibres cellulosiques, particulièrement à l'état humide,
- faciles à obtenir sous forme de fils et tissus,
- faciles à mélanger,
- faciles à filer très finement,
- stables au lavage et au séchage,
- stables thermiquement,
- faciles à colorer avec des couleurs profondes,
- aptes à subir des finitions techniques,
- confortables à porter.

• Propriétés physiques et textiles

Cette fibre présente d'excellentes propriétés :

- une très haute résistance à l'état sec ou mouillé,
- une forte absorption de l'humidité (supérieure au coton ou à la soie),
- une bonne souplesse et fluidité,
- un toucher très doux, soyeux, effet « peau de pêche » car cette fibre est fibrillable en fibrilles de section très petite (inférieure au micron),
- Infroissable,
- Imperméable,
- une bonne tenue dimensionnelle des étoffes.

Le lyocell est lavable jusqu'à 60° bien qu'il puisse rétrécir de 5%. C'est pourquoi qu'il est recommandé de laver ce textile à 40°. La lessive utilisée ne devra pas contenir d'azurants optiques, car ces derniers pourraient se teinter légèrement. Le repassage n'est pas recommandé.

(Annexe 8)

2. Le Lenzpur®

Le Lenzpur® est une fibre issue de la pulpe du pin blanc du Canada. Cette fibre est jugée écologique car le bois utilisé provient uniquement des branches de sapins élaguées et non de sapins abattus. Il n'y a donc aucune opération de déforestation.

Elle possède de nombreuses propriétés : toucher extrêmement doux, bon pouvoir d'absorption et d'évacuation de l'humidité, anti-odeur...

Aujourd'hui, le Lenpur® est utilisé pour de nombreux marchés, de la lingerie au prêt-à-porter homme et femme, en passant par les vêtements de sport.

3. Fibres issues du bambou

Cette fibre est obtenue à partir de la cellulose régénérée de la pulpe de bambou régénérée. Le procédé le plus couramment utilisé est le processus de fabrication viscosse. La fibre est ainsi qualifiée de viscosse de bambou. Indépendamment de son caractère biodégradable, elle est également bactériostatique, anti-odeur, hydrophile (3 fois plus absorbante que le coton et également plus absorbante que le lyocell), brillante et d'une extrême douceur ; ce qui séduit de nombreux industriels des vêtements "seconde peau".

4. Autres fibres artificielles issues de la biomasse

On n'en finit pas de découvrir des ressources nouvelles sur la terre ou dans les océans, pour réaliser des fibres qui possèdent de façon naturelle des propriétés très recherchées. C'est une alternative économique et écologique intéressante pour le secteur textile qui cherche de plus en plus à exploiter les ressources naturelles.

2. Fibres protéiniques

a. Le lanital

Cette fibre est fabriquée à partir du lait. On utilise une protéine du lait, la caséine.

Le procédé utilisé est proche de celui de la viscosse. Le caséinate de sodium, filtré et débullé est ensuite envoyé aux filières en bains acides. On traite ensuite le fil obtenu par coagulation afin de le rendre insoluble. (Toutes les lessives étant basiques, sans ce traitement, un lavage aurait comme conséquence de solubiliser la fibre). La coagulation se fait par immersion du fil dans du formol. Les fibres sont ensuite regroupées en câbles puis sectionnées. Le lanital n'existe qu'en fibres.

Aspect

Fibres très douces et très chaudes de couleur blanc crème avec possibilité de la teindre dans la masse

Propriétés physiques

- Résistance inférieure à celle de la laine avec une diminution de 50% au mouillé. C'est la raison pour laquelle le Lanital n'est utilisé qu'en mélanges
- Elasticité de la laine
- Pouvoir absorbant de la laine
- Pouvoir feutrant : mélangé à une autre fibre que la laine, pas de pouvoir feutrant. Mais mélangé à de la laine, le textile obtenu feutre plus vite que la laine.
- Bon pouvoir isolant (comme la laine)
- Pas d'attaque par les mites

b. L'alginate

L'alginate est fabriqué à partir d'algues dont les laminaires (acide alginique : polysaccharide).

A la suite du traitement de ces algues, on obtient un fil continu qui a la propriété de se dissoudre dans l'eau.

On l'utilise pour la fabrication d'étoffes très légères et très fines. On tisse ensemble le fil fin et le fil d'alginate et on dissout ce dernier. Il reste l'étoffe très fine. Il serait impossible de faire autrement car sur les métiers à tisser, à cause des contraintes, le fil fin casserait. Ces fils d'alginate sont ininflammables.

c. La fibre de PLA (acide polylactique) (Annexes 9 et 10)

Ingeo™, la fibre de PLA de la société NatureWorks LLC est produite à partir du maïs.

La fabrication de cette fibre commence par l'extraction de l'amidon du maïs, qui est converti en sucre, puis ensuite décomposé, grâce à des micro-organismes, en acide lactique, lui-même polymérisé en polylactique, polymère commercialisé sous le nom de NatureWorks™ PLA. Ce polymère est ensuite extrudé pour donner naissance à la fibre Ingeo™.

C'est un autre exemple de fibre artificielle fabriquée de façon "propre" car tout au long de sa chaîne de production, la fibre de PLA s'avère respectueuse de l'environnement. Elle provoque moins de rejet de CO2, est bio-compostable et issue de composants renouvelables annuellement à 100%.

Ingeo™ conjugue les qualités d'une matière naturelle avec les avantages d'une matière synthétique :

- elle régule l'humidité,

- absorbe peu les odeurs,
- résiste aux UV,
- présente une faible inflammabilité.

d. Le bio-polyester DuPont™Sorona®

La fibre Sorona est synthétisée par la firme américaine DuPont. Elle est formée par l'enchaînement de PolyTriméthylèneTéréphtalate (PTT).

Le PTT est obtenu par polycondensation de (Annexes 11 et 12):

- Acide téréphtalique (PTA)
- 1,3-propanediol (PDO)

Le PDO est normalement fabriqué à partir du pétrole. La firme DuPont a réussi à le synthétiser à partir de sucre de maïs par génie génétique (Bactéries *Escherichia coli* K-12).

Sorona est donc un bio-polyester ou PolyHydroxyAlcanoate (PHA), issu de matière organique. Ils sont biodégradables. Ce bio-polyester a l'avantage, par rapport aux polymères synthétiques traditionnels, de :

- Consommer 40% moins d'énergie d'origine pétrochimique,
- Réduire les émissions
- D'être issu d'une matière renouvelable.

Cette fibre possède de nombreuses qualités :

- élasticité,
- douceur,
- résistance au chlore et aux taches,
- séchage rapide,
- facilité d'entretien...

Cette fibre laisse présumer de forts développements pour le marché de l'habillement (sport, sous-vêtements, balnéaire et prêt-à-porter).

e. La fibre issue du soja

Cette fibre, à base de protéines de la graine de soja, est produite selon le même processus que toutes les autres fibres cellulosiques : extraction des protéines de la graine de soja et extrusion, par voie humide, des fibres protéiniques générées.

Ses principales propriétés sont :

- une bonne transmission de l'humidité (séchage rapide),
- de bonnes caractéristiques à l'élongation (supérieures à celles de la laine, du coton et de la soie),
- un toucher doux,
- une brillance proche de celle de la soie
- une bonne isolation calorifique (retient naturellement la chaleur).

f. La fibre enrichie en algues, le Seacell®

SeaCell® est une fibre Lyocell associée à des fibres d'algues et à l'argent. Les acides aminés et minéraux contenus dans les algues sont libérés par la légère humidité du corps, ce qui a un effet équilibrant sur l'organisme. Les sels minéraux contenus dans les algues de SeaCell® minéralisent à nouveau la peau. Grâce à sa teneur en argent, la fibre a en outre un effet antibactérien.

La fibre SeaCell® présente plusieurs propriétés liées à la présence des algues (soin de la peau avec une libération de vitamine E et de sels minéraux -calcium et magnésium-, anti-irritation, cicatrisation de la peau après inflammation...), associées aux atouts reconnus du lyocell, notamment la douceur au toucher et la respirabilité.

g. La fibre issue de la carapace de crabe, le Crabyon®

La fibre Crabyon®, produite par la société japonaise Omikenshi Company, est une fibre réalisée à partir de chitine et de cellulose.

La chitine est une molécule que l'on retrouve dans les organismes vivants et qui est aussi abondante sur terre (production annuelle d'environ 100 millions de tonnes) que la cellulose. Elle est extraite essentiellement des carapaces des crustacés, tels que le crabe ou la crevette, car la concentration en chitine y est très forte (entre 8% et 33%). Un procédé particulier permet ensuite d'obtenir une viscosité réalisée avec un certain pourcentage de poudre de chitine. Enfin, cette viscosité de chitine est mélangée à une viscosité cellulosique, avant d'être extrudée afin de donner naissance à la fibre Crabyon®. Cette fibre est biodégradable, possède de très bonnes propriétés bactériostatiques et fongistatiques (inhérentes à la chitine), favorise la cicatrisation en agissant sur le système immunitaire, est anallergique et a un bon pouvoir d'absorption de l'humidité.

LES FIBRES SYNTHETIQUES

Elles sont formées à partir de dérivés du pétrole via une réaction de polymérisation.

Les fibres synthétiques, hydrophobes, sont moins agréables à porter.

En revanche, elles ont la particularité d'être plus facile à entretenir.

Par ailleurs, ils se défroissent tous seuls, sont très peu putrescibles et ont une bonne stabilité tridimensionnelle.

1. Polyesters

Ils sont le résultat de la condensation d'un acide carboxylique et d'un alcool (estérification). Ils ont souvent une section ronde ou trilobée. Ils sont d'aspect soyeux mais plus terne que les polyamides.

Types de polyesters :

- *PTT* : Polytriméthylène téréphtalate (Corterra)
- *PBT* : Polybutylène téréphtalate (Annexe 2)
- *PEN* : Polynaphtalate d'éthylène
- *PET fonctionnalisé* (Annexe 1)

Hydrophile, antistatique, conducteur, anti UV, antibactérien, réflexion des IR (camouflage militaire), phosphorescent...

- *Alcantara* : Ultramicrofibre de polyester semblable au daim (ameublement)

Avantages :

- Haute résistance à la traction et à l'abrasion
- Excellente résistance aux microorganismes et aux insectes
- Très bonne élasticité donc infroissable
- Bonne résistance à la lumière (UV)
- Entretien facile (lavage et séchage rapide)
- Possibilité de plis permanents par plissage à chaud sous pression

Inconvénients :

- N'absorbe pas l'humidité (taux de reprise 3%)
- Toucher assez rêche (d'où nécessité de le mélanger à d'autres fibres)
- Tendance au boulochage en mélange
- Teinture difficile (doit être teint à haute température)
- Pouvoir adiathermique faible

Propriétés chimiques :

- Détériorés par les acides forts et les bases fortes
- Faiblement détériorés par les oxydants et les réducteurs
- Les acides faibles, les bases faibles, les solvants, les enzymes et corps gras sont sans action

Tests d'identification :

- Fond, cendres dures de couleur crème
- Soluble dans le métacrésol et le phénol
- Insoluble dans l'acide formique et l'acétone
- Fibres de section circulaires ou trilobées

Utilisation : Il est utilisé souvent en mélange avec de la laine, de la viscose ou du coton

Quelques marques : Suivant son origine, on donne au polyester des noms différents : Tergal (France), Diolen (Allemagne), Terital (Italie), Dacron (Grande bretagne), Micrell Coolmax (EU)

2. Polyamides

Ils sont obtenus par réaction de polycondensation entre un acide carboxylique et une amine.

Types de polyamides :

- *Polyamide 6* : Perlon (Annexes 3 et 4)

Obtenu par polyaddition

- Polyamide 6.6 (Annexe 5) et 11 (Annexe 6)

Obtenus par polycondensation

Avantages :

- Très bonne résistance à la traction (comparable à celle de l'acier) et à l'abrasion : Ne rétréci pas
- Bonne résistance aux agents chimiques et à l'humidité
- Insensibles aux moisissures et aux insectes
- Très grande élasticité accentuée par la texturation → Ne se froisse pas
- Grande légèreté (inférieure de 20% aux polyesters)
- Entretien facile, séchage rapide
- Toucher très doux (pas d'allergie aux polyamides mais plutôt aux apprêts et enductions)

Inconvénients :

- Faible pouvoir absorbant (taux de reprise 5%) (nécessité de tissages aérés pour évacuer la transpiration)
- Sensible au soleil (UV) → jaunissement et dégradation (plus sensibles que les polyesters)
- Sensible à la chaleur et grande inflammabilité
- Pouvoir adiatthermique faible (c'est à dire fibre très isolante)
- S'électrise facilement et donc attirent la poussière (traitements antistatiques nécessaires)

Propriétés chimiques :

- Les acides forts, les acides faibles, les oxydants détériorent le polyamide
- Les bases fortes, les bases faibles, les réducteurs, les solvants, les enzymes et corps gras sont sans action

Tests d'identification :

- Le polyamide fond, le résidu est une boule dure et ambrée
- Le diamètre de la fibre est régulier, section circulaire
- Le polyamide est soluble dans l'acide formique

Utilisation :

En fils texturés : dans les bas, les collants, maillots de bain, training

En fil non texturés : en lingerie, anoraks, blousons, enveloppes de ballons, sac de couchage, fil de pêche

Polyamide 4,6 : Airbag (Annexe 7)

Exemple de marques :

Rilsan (polyamide 11)

Nylon 6,6 (brevet en 1938 par DuPont de Nemours)

Perlon (polyamide 6)

3. Acryliques ou polyacrylonitriles

L'appellation acrylique est réservée aux matières formées de polymères contenant au moins 85% de motif acrylonitrile qui est le composé de base utilisé pour la fabrication.

Ils sont formés par polyaddition. Les fibres peuvent être rondes, en haricot ou en os de chien.

Types d'acryliques :

- *Polyméthacrylate de méthyle* (Annexes 8 et 9)

Le PMMA est aussi appelé Plexiglas. Il est utilisé en optique (verres, lentilles rigides...)

- *Polyacrylate de sodium* (Annexes 10 et 11)

Absorbe 800 fois sa masse en eau distillée, 300 fois sa masse en eau du robinet et 60 fois sa masse en sérum physiologique (0,9% NaCl).

Il est utilisé comme absorbant dans les couches jetables qui en contiennent environ 15g (soit un pouvoir absorbant de 900g d'urine environ). Le polyacrylate de sodium enserme les molécules d'eau qui sont retenues par attraction électrostatique et forme un gel.

- *Polyacrylonitrille* ou PAN (Annexes 12 et 13)

Fibre textile : Crylor - Précurseur des fibres de carbone

- *Poly(Acrylonitrile, Butadiène, Styrène)* ou ABS (Annexes 14 et 15)

Avantages :

- C'est la matière synthétique la plus agréable au toucher
- C'est un bon isolant thermique qui a un aspect proche de celui de la laine
- Entretien et séchage facile.
- Très grande légèreté
- Infroissable (grande élasticité) - Ne rétréci pas et ne feutre pas
- Bon pouvoir gonflant
- Teinture relativement facile
- Excellente tenue à la lumière (UV)

Inconvénients :

- Tendance au boulochage
- Résistance aux frottements et à l'abrasion moyenne
- Peu de pouvoir absorbant (taux de reprise 3%)
- Risque de jaunissement au cours des traitements chimiques

Propriétés chimiques :

Les bases fortes détériorent l'acrylique, les bases faibles un peu

Les autres agents chimiques sont sans action sur l'acrylique

Tests d'identification :

Brûle vivement, résidu noir et dur - Section de la fibre : en forme d'os de chien ou circulaire

Soluble dans l'acide sulfurique ou nitrique concentré

Utilisation :

Souvent mélangé à de la laine, des polyesters (pull, couverture), des polyamides (chaussettes, tapis)

Pur il est utilisé pour imiter les fourrures, doublure de blouson

Quelques marques :

Crylor (France), Courtelle (GB), Dralon (Allemagne), Leacryl (Italie), Tergal (1950)

4. Chlorofibres (polychlorure de vinyle ou PVC)

Les chlorofibres sont obtenues par filage d'une substance élaborée à partir du polychlorure de vinyle (PVC) obtenu par polyaddition de chlorure de vinyle.

Ces fibres ont la propriété de se rétracter de l'ordre de 36 à 50% sous l'action d'une température relativement basse (75 à 100°C)

Cette propriété peut être exploitée au stade industriel pour obtenir des effets particuliers en faisant rétracter les fibres du produit fini.

Les fibres utilisées pour l'habillement ont été préalablement stabilisées par traitement thermique.

Une des particularités de cette matière, c'est qu'elle est ininflammable et ne transmet jamais la flamme.

Types de Chlorofibres :

- *Polychlorure de vinyle* ou *PVC* (Annexe 16)

Le chlorure de vinyle est un gaz qui se polymérise spontanément

- *Polyacétate de vinyle* (Annexes 17 et 18)

Avantages :

- Bon comportement aux agents chimiques et à la lumière
- Ininflammable (tissu non feu) mais dégagement d'acide chlorhydrique (dangereux)
- Très bon pouvoir isolant thermique comparable à celui de la laine, acoustique et électrique
- Fibres très résistantes, légères et élastiques
- Tissu doux et infroissable
- Propriétés tribo-électriques : Fibres très fortement électrostatiques recommandées par le corps médical pour les microcourants électriques qu'elles engendrent au contact de la peau (antidouleur)
- Bonne résistance aux agents chimiques

Inconvénients :

- Aucun pouvoir absorbant (taux de reprise 2%)
- Craint la chaleur (ne pas repasser sinon rétractation)
- Craint le soleil
- Se dissout dans l'acétone

Propriétés chimiques :

Certains solvants peuvent détériorer la chlorofibre

Les acides, bases, oxydants, réducteurs, enzymes, corps gras sont sans action.

Tests d'identification :

Fuit la flamme, puis fond en charbonnant, odeur de chlore, boule noire et friable.

Fibre de section cylindrique - Insoluble dans l'acétone, soluble dans la benzine.

Utilisations :

Souvent en mélange en particulier avec la laine pour augmenter son pouvoir absorbant

- Sous-vêtements, robes de chambre
- Couches pour bébé
- Vêtements de protection, voilage
- Garnissage d'anoraks, de sac de couchage
- Fausses fourrures, blouses

Marques : RHOVYL (bonneterie), CLEVYL (voile pour rideaux, tissus d'ameublement)

5. Le polyéthylène (PP)

Fibre fabriquée à partir de propylène. On l'obtient par polyaddition (Annexe 19).

Il peut être **linéaire** (ramifié) ou **réticulé**

- **Linéaire :** Classé en fonction de sa densité (en fonction de la longueur des ramifications)
 - PE-TBD (Très basse densité)
 - PE-BDL (Basse densité linéaire)
 - PE-BD (Basse densité)
 - PE-MD (Moyenne densité)
 - PE-HD (Haute densité)
 - **Réticulé :**
 - PE-R : faits à base de PE-HD
 - PE-RHD
- } THERMOPLASTIQUES
- } THERMODURCISSABLES
- ↓ Souplesse
Dureté

Avantages :

- Grande résistance tant aux frottements qu'à l'abrasion, tant à sec qu'au mouillé
- Dureté exceptionnelle – Excellente résistance au cisaillement et à l'usure
- Bonne résistance aux agents chimiques
- Infroissable
- Légèreté (ce sont les plus légères : densité <1)
- Très bon marché

Inconvénients :

- Pouvoir absorbant nul (séchage rapide)
- Affinité tinctoriale nulle. C'est une fibre impossible à teindre sauf dans la masse
- Sensible au soleil (UV) mais traitements possibles
- Toucher gras comme la paraffine

Propriétés chimiques :

- *Acides concentrés* : Bonne-Passable
- *Acides dilués* : Bonne
- *Alcalins* : Bonne
- *Alcools* : Bonne

- Cétones : Bonne-Passable
- Graisses et huiles : Bonne-Passable
- Halogènes : Passable-Mauvaise
- Hydrocarbures halogènes : Passable-Mauvaise
- Hydrocarbures aromatiques : Passable

Utilisation :

PE Haute Densité : Gilet pare-balle

Engrenage, paliers, joints artificiels

Sac de supermarché, sac poubelle, Tupperware...

Les conteneurs, les revêtements chimiquement résistants, les films d'emballage (transparents quand ils sont fins)

Les utilisations électriques et électroniques pour l'isolation des câbles, ou âme de câbles UHF.

6. Polypropylène

Fibre fabriquée à partir de propylène qui est un gaz sous-produit de la distillation du pétrole. On l'obtient par polyaddition (Annexes 20, 21 et 22). Il ressemble au polyéthylène haute densité (PE-HD).

Avantages :

- Grande résistance tant aux frottements qu'à l'abrasion, tant à sec qu'au mouillé
- Bonne résistance aux agents chimiques
- Infroissable
- Très bon isolant thermique
- Pas d'attaque par les insectes et les moisissures
- Légèreté (ce sont les plus légères : densité <1)
- Très bon marché

Inconvénients :

- Pouvoir absorbant nul (séchage rapide)
- Affinité tinctoriale nulle. C'est une fibre impossible à teindre sauf dans la masse
- Sensible au soleil (UV) mais traitements possibles
- Sensible à la chaleur sèche
- Toucher gras comme la paraffine – Salissures grasses difficiles à enlever

Propriétés chimiques :

- La fibre absorbe les corps gras
- Les solvants chlorés détériorent un peu la fibre
- Les acides, bases, oxydants, réducteurs, enzymes et autres solvants sont sans action

Tests d'identification :

- Brûle en fondant, odeur de paraffine, forme une boule
- Se dissout à ébullition dans de la tétraline, le paradichlorobenzène

Utilisation :

Pur : Tapis, corderie, sacs, vêtements de travail, sièges de voitures

En mélange : survêtements, tee-shirt, chaussettes (laine), sous-vêtements (coton)

Marque :

MERAKLON (Italie), CETRY - MERAKLON SR-AB : PP bactéricide recommandé pour les salles d'hôpitaux

7. Polytétrafluoroéthylène

Il est aussi appelé Teflon®. Il est synthétisé par polyaddition du tétrafluoroéthylène (Annexe 23).

Avantages :

Le Teflon est semi-cristallin, semi-opaque, et blanc. Il est doux.

Il possède des propriétés antiadhésives particulièrement performantes.

Inconvénients :

Il est facilement déformable et a une forte tendance à l'allongement.

Il possède une faible résistance aux contraintes doublée d'une faible résistance aux radiations.

Propriétés chimiques :

Une résistance chimique remarquable non affectée par la plupart des produits chimiques.

Ininflammable.

Très faible coefficient de friction

Utilisation :

- Les roulements, les joints, l'isolation électrique à hautes températures
- Les revêtements et garnitures non adhésives
- Habillement : antitache
- Chimie : Revêtement des ustensiles
- Lubrifiant des pièces mécaniques en mouvement
- Optique : Traitements antireflets
- Plomberie : Raccords filetés

8. Polyuréthanes

Les polyuréthanes sont des elastomères synthétiques obtenus par polyaddition (Annexe 24).

Il s'agit d'une réaction chimique conduisant à des macromolécules linéaires ou réticulées à partir de composés vinyliques (ayant une double liaison C=C) ou d'hétérocycles comme l'oxyde d'éthylène et le caprolactame.

La masse molaire moyenne des macromolécules ainsi obtenues peut atteindre plusieurs millions de grammes par mole.

Le greffage de chaînes latérales sur les chaînes déjà formées offre une multitude de possibilités, certaines plus intéressantes que d'autres.

Types de polyuréthanes :

L'emploi de diols permet d'obtenir des thermoplastiques. Ils sont fabriqués sous forme de filaments de section cylindrique ou de multifilaments avec des sections « en os de chien » comme le lycra qui est une des fibres polyuréthane les plus remarquable et les plus utilisées.

L'emploi de triols permet d'obtenir des mousses thermodurcissables réticulées utilisées pour la confection de tissus imperméables qui respirent. Ils forment facilement des liaisons hydrogène interchaînes et de ce fait peuvent être très cristallins.

Ils peuvent donc être des fibres, des peintures, des mousses (pour les sièges) ou des colles.

Avantages :

- Très bonne élasticité (300 à 700%). Ceci est dû à sa structure où les zones amorphes voisinent les zones cristallines. Les premières assurent l'élasticité et les secondes la solidité
- Grande solidité aux frottements (contrairement au caoutchouc qui se fragilise par l'exposition à la transpiration ou aux divers cosmétiques corporels)
- Très bonne tenue aux agents chimiques à l'exception du chlore
- Peut être teint
- Possibilité de produire des fils très fins (10dtex)
- Plus léger que le caoutchouc

Inconvénients :

- Sensibles à la lumière et aux ions chlorure Cl⁻
- Tendance à jaunir
- Craint la chaleur

Propriétés chimiques :

- Plus sensibles aux bases qu'aux acides
- Sensible aux oxydants chlorés

Tests d'identification

Fond en dégageant une odeur aromatique, résidu noir et boursoufflé

Utilisation :

Mélangé à d'autres fibres pour donner au tissu une meilleure élasticité.

Maillot de bain, lingerie, bas, collants, ceintures de slips et bord de chaussettes, vêtements de sport

- **Exemple : le Lycra (Spandex)** (Annexe 25)

L'Elasthanne ou Lycra ou Spandex est un polyuréthane thermoplastique, élastomère inhabituel.

La chaîne courte de polyglycol, en générale longue de 40 motifs est molle et caoutchouteuse.

Le reste du motif constitutif, la section qui contient les groupes uréthanes, urées et les cycles aromatiques est extrêmement rigide. Ceci à tel point que les sections rigides des différentes chaînes s'agglomèrent et s'alignent pour former des fibres.

Les domaines fibreux formés par les groupes rigides sont liés par les sections caoutchouteuses. D'où la capacité d'étirement et de retour à la forme d'origine (Jusqu'à 700%).

Utilisation :

Le LYCRA® est disponible dans différentes brillances et dans une large gamme d'épaisseurs fil.

Le LYCRA® le plus fin fait 11 décitex, plus fin qu'un cheveu humain. Le fil le plus épais fait 2500 décitex, il possède une très grande élasticité et force de retour.

Le LYCRA® n'est jamais utilisé seul. Il est toujours associé à d'autres fibres, naturelles ou synthétiques. Dans certains cas, il est couvert par un ou deux fils d'une autre fibre, comme le polyamide, et est appelé simple ou double guipé.

Pour le core-spun, une fibre, de coton ou de laine, est filée autour d'un fil de LYCRA®. Le LYCRA® peut être aussi entrelacé avec une autre fibre. Ces techniques procurent des fils extensibles qui, tissés ou tricotés, offrent ainsi une élasticité à une grande variété de tissus utilisés allant des chemises jusqu'au costume.

Les fils de LYCRA® peuvent être utilisés dans la chaîne ou dans la trame en fonction de l'élasticité souhaitée. Lorsque le LYCRA® est tricoté dans la chaîne et dans la trame, le tissu est bi-élastique et offre un très grand confort.

Pour les tissus tricotés, LYCRA® est incorporé à d'autres fibres lors du tricotage.

Dans les tricots trame, LYCRA® est principalement combiné avec des fibres naturelles pour créer des tissus destinés à tous les usages - sous-vêtements, tee-shirts, "bodies" ou autres sweaters.

Dans les tricots chaîne comme le Raschel, LYCRA® est principalement combiné avec des fibres artificielles pour fabriquer des tissus destinés aux maillots de bain, aux vêtements près du corps et aux vêtements de sport. Durant le tricotage, le fil LYCRA® est étiré jusqu'à 3 fois sa longueur initiale, ce qui explique la largeur diminuée du tricot, une fois la tension relâchée.

Le taux d'élasticité du tissu est déterminé lors du processus d'apprêt en fonction de l'utilisation du vêtement final.

Cette propriété est obtenue par des traitements à la vapeur et à la chaleur.

DuPont a établi que pour certains tissus la présence de seulement 2% de LYCRA® suffit pour assurer confort et liberté de mouvement, tandis que pour des vêtements plus près du corps, ce pourcentage doit être plus élevé.

LES POLYMERES UTILISES DANS L'ARCHITECTURE OU LA REALISATION D'OBJETS

1. Polycarbonate (PC) (Annexe 1)

Le polycarbonate est un polymère issu de la polycondensation du bisphénol A (Annexe 2) et d'un carbonate.

On obtient ainsi un thermoplastique amorphe disposant d'excellentes propriétés mécaniques et d'une résistance thermique permettant une utilisation entre -135 °C et 135 °C.

La présence des groupes phényles sur la chaîne moléculaire et des deux groupes méthyles permettent de contribuer à la rigidité moléculaire du polycarbonate. Cette raideur a un effet important sur les propriétés des polycarbonates.

La présence et la position des groupes phényles dans la molécule contribuent à un manque de mobilité des molécules individuelles. Cette rigidité et ce manque de mobilité empêchent de développer une structure cristalline. Cette structure amorphe confère une grande transparence au polycarbonate.

Types de polycarbonates

Il existe deux types de polycarbonates :

- celui fabriqué à base de bisphénol A qui est thermoplastique,
- d'autres types utilisés dans les verres de lunettes qui sont thermodurcissables et réticulés, possédant une grande résistance mécanique (incassable) et une bonne résistance à la chaleur.

Avantages :

- Légèreté
- Très bonne résistance aux chocs et à l'impact (jusqu'à -40°C)
- Très bonne résistance à la chaleur
- Structure amorphe donc transparente
- faible résistance à l'usure
- Résistance aux agents chimiques limitée (solvants) ainsi qu'aux UV

Inconvénients :

- Résistance chimique limitée
- Tend à céder sous une charge externe

Propriétés chimiques :

- Acides concentrés : Bonne - Acides dilués : Bonne
- Alcalins : Bonne-Mauvaise
- Alcools : Bonne - Cétones : Mauvaise
- Graisses et huiles : Bonne-Passable
- Halogènes : Mauvaise
- Hydrocarbures halogènes : Bonne- Mauvaise
- Hydrocarbures aromatiques : Mauvaise

Utilisation :

- Le vernissage et les fenêtres - Vitres incassables
- Les écrans de protection, les lentilles, lunettes légères et incassables, les disques compacts (CD).
- Les caisses et boîtiers, les garnitures légères
- Les ustensiles de cuisine (compatibles avec les fours microondes)
- Les appareils médicaux, car facilement stérilisable : Prothèses (car innocuité physiologique)

2. Polymétacrylate de méthyle (PMMA)

Le PMMA est un thermoplastique amorphe, transparent et sans couleur. Il est obtenu par polyaddition.

Avantages

Dur et rigide, difficilement rayable.

Bonne résistance à l'abrasion et aux U.V. Excellente transparence optique (92%) – Plus léger que le verre.

Inconvénients

Sensible à l'entaillage.

Résistance médiocre aux basses températures, à la fatigue et aux solvants (carburants).

Il brûle facilement.

Exige une recuisson afin de relâcher les tensions internes du polymère.

Propriétés chimiques

- Acides concentrés : Mauvaise
- Acides dilués : Mauvaise
- Alcalins : Bonne
- Alcools : Moyenne - Cétones : Mauvaise
- Graisses et huiles : Bonne
- Halogènes : Mauvaise
- Hydro-carbones halogènes : Mauvaise
- Hydrocarbures aromatiques : Mauvaise

Utilisations

- Éviers, baignoires

- Systèmes d'affichage, signes
- Vitrages (en particulier pour l'aviation),
- Lentilles, protections d'éclairage, fibres optiques
- Matériau pour faire de grands aquariums
- Les peintures acryliques "latex" contiennent souvent du PMMA en suspension dans l'eau

3. Le polystyrène (PS) (Annexe 3)

Il est obtenu par polyaddition du styrène. Il est transparent car il possède une structure amorphe.

Le polystyrène (PS) est un polymère dur et transparent. Une grande partie de la production sert à fabriquer des récipients alimentaires.

Transformé en mousse ou en billes, le polystyrène est un excellent isolant thermique (bâtiments, réfrigérateurs...).

Thermoplastique commercial, amorphe, transparent et incolore, rigide, relativement dur et cassant.

Types de polystyrènes :

Le polystyrène existe sous plusieurs formes :

- *Polystyrène cristal* (la base)

Transparence - Brillance - Rigidité

- *Polystyrène choc*

Opacité - Résistance aux chocs - Brillance - Sécabilité

- *Polystyrène expansé* (PSE) obtenu en mélangeant un gaz (butane ou pentane) et du polystyrène cristal

Opacité - Légèreté - Isothermie - Densités multiples - Formes simples ou complexes - Mouillabilité - Etanchéité -

Tenue mécanique - Résistance aux chocs (emballage et rembourrage).

Avantages :

- Ses propriétés électriques sont bonnes
- Sa résistance aux rayons gamma est excellente et il peut être stérilisé grâce à des radiations.
- Facilement recyclable
- Lorsqu'il est modifié par l'incorporation d'élastomères, il devient un polystyrène à haute résistance aux impacts (HIPS) qui est opaque.

Inconvénients :

- Sa résistance aux U.V. est médiocre.
- Résistance chimique médiocre

Utilisation :

- Équipements domestiques,
- Les récipients,
- L'emballage,
- Les vitres,
- Les diffuseurs de lumière.

Pour le HIPS : les caisses, les tasses, les emballages de restauration rapide ainsi les boîtiers de cassettes.

LES NOUVELLES FIBRES TEXTILES

1. Fibres aux performances mécaniques et thermiques améliorées

POLYARAMIDES

Les polyaramides ou aramides sont des polyamides comportant des noyaux aromatiques, incluant le Nomex et le KEVLAR. Le KEVLAR est utilisé pour fabriquer des objets comme des gilets pare-balles et des pneus de vélos résistants à la perforation. Les mélanges de KEVLAR et de Nomex protègent les pompiers car elles sont propriétés coupe-feu.

Les polymères sont également employés dans les poids-lourds sous forme d'élastomères pour fabriquer leurs gigantesques pneus.

A. Le KEVLAR ou TWARON (Annexes 1 et 2)

Le KEVLAR est la première fibre organique employée dans les matériaux composites pour sa résistance et son module à la traction. À l'origine, elle a été développée pour remplacer l'acier pour la fabrication des pneus.

- **Structure chimique**

Le KEVLAR est un polyamide dans lequel tous les groupes amides sont séparés par un groupe *para*-phénylène. Le KEVLAR est très cristallin, ce qui explique sa solidité et sa résistance à la rupture. Le KEVLAR possède en outre un réseau de liaisons hydrogène entre les chaînes polymères qui lui confère une grande rigidité, supérieure à celle de l'acier.

Le motif aramide donne au KEVLAR sa stabilité thermique, alors que la structure *para* du benzène est responsable de la haute résistance de la fibre.

La rupture du filament de KEVLAR est de type ductile (c'est-à-dire sans se rompre), c'est une grande différence par rapport au verre et permet une bonne résistance à l'impact.

Avantages :

- Bonne résistance spécifique à la traction.

Le KEVLAR est cinq fois plus résistant que l'acier à poids égal, et deux fois plus que la fibre de verre. Seule la toile d'araignée (trois fois plus résistante) et les nanotubes de carbone (100 fois plus résistants et 6 fois plus légers) le surpassent.

Le rapport solidité/poids de KEVLAR est tel, que partout où le poids est important, KEVLAR assure toute la résistance voulue alors que son poids est nettement inférieur à celui des autres matériaux.

- Faible densité (1,45)
- Dilatation thermique nulle
- Absorption des vibrations, amortissement
- Excellente résistance aux chocs et à la fatigue
- Bon comportement chimique vis-à-vis des carburants

Inconvénients :

- Mauvaise résistance aux rayons UV
- Faible tenue en pression
- Reprise d'humidité importante (4%), étuvage avant imprégnation
- Perte de sa résistance balistique lorsqu'il est humide
- Faible adhérence avec les résines d'imprégnation
- Usinage difficile
- bonne tenue au feu (décomposition à 500 °C)

Utilisation :

- Gilet pare-balles, casques (associé à une ou plusieurs autres fibres telle que la fibre de verre ou de carbone) (tissage + résistance)
- Renfort de vêtements plus ou moins important en fonction de la personne
- Gants de protection
- Voiles de bateau (résistance à l'élongation et aux solutions alcalines)
- Renfort de cordage et de câbles
- Domaine aéronautique, aérospatial (coques de navires, ailes d'avions...)
- Matériel sportif
- Pneumatiques (résistance au cisaillement)
- Bâtiment : le Poly-*para*-phénylène est utilisé pour les bâtiments de haute sécurité

B. Le NOMEX

Certaines fibres protègent efficacement contre les températures élevées : tissus non feu

Ce sont des fibres thermostables qui peuvent supporter des températures de l'ordre de 500°C. Il s'agit :

- Soit de méta-aramides : Nomex (Annexe 3)
- Soit de polyamide-imides : Kermel (Annexe 4)
- Soit de polymères phénoliques (polyphénol) : Kynol (Annexe 4)
- Soit de polybenzamidazole.

Le Nomex possède des groupes *méta*-phénylène, c'est-à-dire que les groupes amides sont attachés au cycle phényle sur les carbones 1 et 3.

Ces fibres sont utilisées pour les combattants du feu, certaines unités de l'armée mais aussi pour des vêtements industriels devant résister au feu (travail devant les hauts fourneaux, en condition électriques où la formation d'arc électriques est possible). Ils peuvent servir pour les matériaux ignifugés (ameublement par exemple).

2. Fibres antistatiques

On dépose ou on incorpore dans la fibre des produits tels que le sulfure de cuivre qui conviennent aussi bien au polyamide qu'au polyester.

Le polyamide 6,6 est antistatique et attire moins la poussière et les salissures.

3. Fibres à caractère hydrophile et/ou hydrophobe

a. Hydrophobie

- 1) Le TEFLON®
- 2) GORE-TEX®

Le Gore-Tex est un tissu imperméable, composé entre-autres de Teflon.

Le Gore-Tex est obtenu de la manière suivante : il s'agit de faire subir à une membrane de PTFE un biétirage pour obtenir une membrane fine et poreuse que l'on lie à des polymères tels que le nylon ou le polyester pour les rendre imperméables et respirants.

Les pores (1 milliards/cm²) de la membrane sont trop petits pour laisser passer les gouttelettes d'eau (20000 fois trop grandes).

Mais ces pores sont suffisants pour laisser passer l'eau à l'état vapeur, autorisant ainsi l'évacuation de la transpiration.

Les conditions nécessaires à une bonne respiration sont que :

- Le tissu extérieur doit rester sec pour que la vapeur d'eau puisse sortir (traitement déperlant).
- La vapeur d'eau produite par le corps doit se condenser le moins possible sur la surface interne du vêtement.
- Certains vêtements (dits 3 couches) possèdent un enduit polyuréthane au contact direct de la peau afin d'éviter que les salissures bouchent les trous du Teflon. Cette couche diminue donc mécaniquement la respirabilité du vêtement.

Les membranes étant très fines (quelques microns d'épaisseur), elles doivent être fixées à un support textile par lamination pour former un laminé. Il existe différents types de laminé suivant les utilisations :

- Sur doublure

La membrane est laminée sur l'envers d'une doublure, le tissu extérieur est libre.

- Dans un laminé trois couches, la membrane est laminée à la fois au tissu extérieur et à la doublure
- En insertion

La membrane est laminée à une maille ou un non-tissé qui flotte librement entre le tissu extérieur et la doublure.

b. Fibres hydrophiles et absorbantes

- La fibre **Dunova** est une fibre acrylique qui possède des propriétés absorbantes grâce à une structure interne poreuse qui lui permet d'absorber une grande quantité d'eau en quelques minutes.
- La fibre **Ultron** est un polyamide 6,6 qui possède des propriétés comparables à celles des fibres naturelles (pouvoir absorbant et contact très agréable). Elles sont obtenues par modification de la structure interne que l'on rend poreuse.
- Le **TACTEL®** est un tissu polyamide 6,6 (nylon) double face unique conçu pour les sports intensifs. Il permet un confort sensoriel et physiologique maximum. La couche interne TACTEL® transfère l'humidité vers les filaments fins et absorbants de la couche externe TACTEL® où elle s'évapore efficacement.
- Ses caractéristiques :
 - Contrôle du microclimat corporel
 - Séchage rapide
 - Légèreté
 - Durabilité
 - Douceur
 - Facilité d'entretien.

- La fibre **CoolMax** (Annexe 5)

Le profil spécial de cette fibre polyester (naturellement hydrophobe) avec ses quatre rainures permet :

- D'éloigner rapidement la sueur de la peau par capillarité vers l'extérieur,
- De diminuer l'absorption de l'humidité de sorte que les vêtements ne collent pas

- De favoriser l'action thermorégulatrice naturelle du corps.

Ils sont créés à partir d'une fibre polyester qui présente une large superficie.

COOLMAX® sèche ensuite plus rapidement que n'importe quel autre tissu et agit alors sur la thermorégulation du corps. Hydrophobe, elle garde 8 fois moins l'humidité que le nylon et 14 fois moins que le coton. Elle élimine les mauvaises odeurs.

- **MP+**

Le MP+ est une membrane en polyuréthane naturellement élastique et imper-respirante.

Cette membrane contient des molécules hydrophiles très avides d'eau. Ces molécules captent les molécules d'eau en provenance de la peau sous forme de vapeur.

Petit à petit, la molécule d'eau migre jusqu'à la surface. C'est la différence de température et d'humidité relative qui fait que les molécules sont drainées vers l'extérieur plutôt que l'inverse.

4. Tissus antibactériens

Certains microorganismes, présents dans le sol ou dans l'air, peuvent se développer sur les textiles et y proliférer. Ils sont alors responsables de la dégradation des textiles (modification de la texture, diminution des propriétés mécaniques ou pigmentation du tissu). Ils sont aussi à l'origine de certaines odeurs corporelles désagréables ou de mycoses.

On cherche alors des tissus qui seront :

- soit *bactéricides* (cas des tissus n'entrant pas en contact avec la peau)
- soit *bactériostatiques* (cas des tissus à contacts corporels).

Les tissus dits « bioactifs » permettent de lutter contre cette prolifération : ce sont des fibres comme Amicor, Bactekiller. Ils sont récemment apparus des textiles, utilisés dans les milieux médicaux, pour des champs opératoires ou des draps de lit.

Il existe plusieurs procédés de fabrication qui consistent soit à déposer par simple dépôt ou par greffage des agents antibactériens, soit à ajouter l'agent antibactérien au cours de la synthèse du polymère.

Le triclosan (2,2,4-trichloro-2-hydroxydiphényléther) est un composé aux propriétés antimicrobiennes et antibactériennes.

5. Tissus antiacariens

Les acariens, minuscules bêtes de 0,1 à 0,4 micromètres, se cachent dans la literie et peuvent provoquer des allergies, de l'asthme et de l'eczéma. Afin de protéger les enfants, des fibres antiacariens (Rhovyl'AS+) ont été mises au point. Elle est déclinée en couettes, oreillers, tour de lit, couvre lit etc. Tous les acariens présents sont ainsi détruits au bout de huit jours.

Les tissés classiques

Il existe des espaces entre les fibres par lesquels les acariens peuvent passer

Microfibre + laminage

Avec les microfibrilles on peut obtenir un tissage très fin et des tissus extrêmement serrés.

Le laminage d'un textile en microfibrilles de coton provoque l'aplatissement des fibres et permet de "boucher" ou de réduire de nombreux pores. Le niveau de 10 µm a ainsi pu être atteint par un groupe textile US depuis plusieurs années.

Toutefois ce procédé, breveté par ses auteurs, présente deux inconvénients majeurs :

Le niveau de filtration (10 µm) reste insuffisant.

Au fur et à mesure des lavages, les fibres reprennent leur forme initiale et le textile perd rapidement son efficacité anti-allergènes.

Procédé TEXAAL

Le procédé TEXAAL® consiste à compresser la fibre sur toute sa surface avant le tissage.

Lors du tissage, la fibre est donc plus fine et plus dense. Elle permet de réaliser un tissage comprenant plus de fils au cm² et d'obtenir un tissu plus serré avec des pores plus fins.

Un niveau de filtration de moins de 5 µm est ainsi atteint, même avec des fibres 100 % coton.

Par ailleurs lorsque la fibre reprend progressivement sa forme au fil des lavages, elle se dilate et compense progressivement son usure. Des études réalisées après plus de 100 lavages montrent ainsi la conservation de l'excellent niveau de filtration initial.

MICROFIBRES

1) Qu'est-ce qu'une microfibre ?

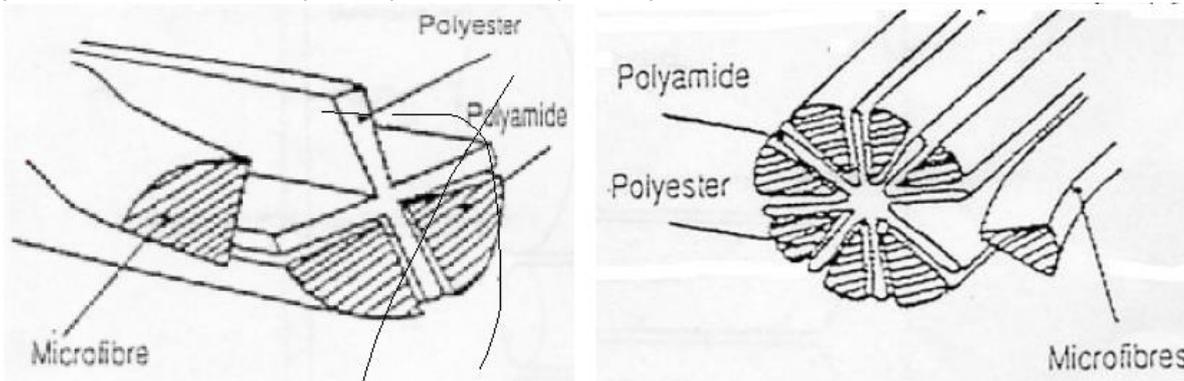
La microfibre ne désigne pas un matériau particulier mais une fibre textile synthétique (mélange de polyester et de polyamide) ou artificielle (viscose) dont les brins sont extrêmement fins.

Leur titre doit être inférieur à 1 dTex.

L'appellation de fils multifilaments est plus proche de la réalité (à leur sortie de filière, les filaments plus ou moins nombreux sont réunis en un fil continu).

L'appellation micro englobe aujourd'hui toutes les matières employant au moins dans un sens du tissu un fil qui pèse moins d'un dtex. Le polyester permet d'obtenir les fils les plus fins qui ont un titrage de 0,1 dtex.

Ce qui importe tout autant que la finesse des filaments, c'est leur quantité. Plus il y a de filaments, meilleurs seront la protection et le confort - plus imperméable et plus respirant.



2) Propriétés

Les tissus obtenus avec ces fibres très fines ont une grande souplesse, un toucher doux et soyeux. La douceur est liée à la rigidité du fil. Or cette rigidité est une fonction de puissance 4 du diamètre du matériau. On voit donc qu'en diminuant le diamètre, on augmente très vite la souplesse du tissu.

Par ailleurs, ils ne se froissent pas et sont déperlants car ils sont très denses. Un traitement d'appoint d'hydrofugation est malgré tout indispensable pour tous les usages les plus sévères. L'hydrofugation consiste à empêcher l'eau de passer à travers un tissu, tout en conservant à ce tissu sa porosité à l'air.

Chaque tissu a ses caractéristiques de technicité et de style qui dépendent à la fois de la nature des fils choisis et du savoir-faire des tisseurs.

Les traitements faits sur un tissu pour étirer les filaments permettent d'obtenir un toucher doux ou peau de pêche. Le grattage qui éclate les fibres augmente la douceur du toucher mais détériore la fonction d'imperméabilité.

3) Inconvénients

Diminution de la perméabilité à la vapeur d'eau, ou effet respirant des microfibrilles, généralement inférieure à celle des fibres classiques.

Pénétration des salissures plus accentuées que celle des fibres classiques.

Sensibilité plus grande à l'abrasion, à l'accrochage, dû au grand nombre de filaments.

Effilochage des coutures lors du porter ou durant l'entretien sur les microfibrilles affaiblis.

Altération des coloris (polyamide) sous l'action de la lumière (vêtements de ski).

4) Entretien

Selon qu'il s'agisse de polyamide ou de polyester, le tissu aura les caractéristiques et le comportement de ces matières. Pour l'entretien de microfibrilles il faut donc se reporter à la matière elle-même.

En effet, si l'objectif de modifier agréablement le toucher est atteint, les effets secondaires ne sont pas forcément rassurants lors de l'entretien de ces textiles :

- Perte partielle de l'apprêt imperméabilisant, après un ou plusieurs traitements d'entretien.
- La solidité des coloris ou le dégorgeage dépendent surtout du colorant utilisé et de la qualité de la teinture mais les solidités des teintures sont moins bonnes que sur les fibres classiques. On assiste à une diminution des solidités au lavage et au repassage.

5) Exemple

MERYL® : Marque déposée. Microfibre diffusée par Rhône Poulenc. Elle est composée de brins fins, voire très fins d'environ 1 dtex et de fils allant du 44 aux 78, 110 et 220 dtex. Elle permet de réaliser des tissus

imperméables au vent et à l'eau, offrant une bonne isolation thermique et une bonne régulation à l'humidité. Elle s'utilise en mélange, chaîne Méryl et trame laine, ou pour un tissu léger avec de la viscose.

MICROENCAPSULATION

La naissance du nouveau siècle coïncide avec l'apparition sur le marché de textiles aux propriétés nouvelles, parmi lesquels les textiles issus de la microencapsulation. La microencapsulation consiste:

- à enfermer une substance à principe actif dans membranes, réservoirs de forme sphérique (les microcapsules, invisibles à l'œil nu dont le diamètre est de quelques micromètres)
- à fixer ces microcapsules sur le support textile auquel le principe actif est ainsi conféré.

1) Types de microcapsules

Cette technique doit, en fait, être réservée à deux principales catégories de produits :

- Les microcapsules **actives**, généralement fragiles et sensibles à l'air

Elles jouent le rôle d'un réservoir hermétiquement clos protégeant son contenu du milieu extérieur. Elles abritent une substance active qui ne saurait être utilisée au contact de l'air pour cause d'impossibilité technique (substances liquides ou volatiles, substances dégradées par l'atmosphère,...) ou elles isolent une substance active irritante ou toxique (agents ignifugeants ou insecticides par exemple).

Exemples :

- les substances emprisonnées peuvent être : des colorants, des pigments ou des cristaux liquides dont la couleur varie en fonction de la température ou des radiations lumineuses. Ces textiles thermochromes ou photochromes servent, par exemple, à confectionner certains tee-shirts.
- Il peut s'agir également de thermorégulateurs

- Les microcapsules à **relargage contrôlé** :

Elles jouent le rôle d'un réservoir libérant son contenu (la substance active) en se brisant. Cette libération, ou relargage, a lieu au moment de l'éclatement de la microcapsule sous l'effet :

- d'une action mécanique (frottement, cisaillement, écrasement au porter),
- de sa fusion ou de son éclatement sous l'effet de la chaleur (du corps ou de l'air ambiant),
- de sa dégradation sous l'effet d'une réaction chimique (variation de pH, action des enzymes...),
- de radiations (rayons ultraviolets de la lumière du jour).

A l'échelle du support textile, la situation, le nombre, les tailles différentes et l'épaisseur de la couche des microcapsules font que ce relargage est plus ou moins rapide et progressif dans le temps.

Exemple : Grâce à l'utilisation de capsules contenant des actifs cosmétiques, on peut ainsi fabriquer des textiles « cosmétiques » dits « cosméto-textiles ». Les microcapsules sont généralement accrochées aux fibres à l'aide d'un liant (colle textile) et la substance active, par exemple un actif hydratant type huile d'amande douce classiquement utilisée dans les crèmes cosmétiques, sera progressivement libérée au cours de l'utilisation du vêtement. Au porter du vêtement, les frottements du textile contre la peau détruisent la paroi de la microcapsule, la substance active est libérée.

Actuellement, il existe des « cosméto-textiles » vendus sur le marché qui utilisent la microencapsulation.

Ce sont essentiellement des articles pour le domaine du chaussant (collants, bas, mi-bas, chaussettes), des vêtements de sport proches du corps (fuseau, panty, caleçon) et des articles de mode (foulards).

La substance active peut aussi diffuser à travers la paroi de la microcapsule qui peut être également poreuse.

2) Fabrication des microcapsules

En règle générale, le procédé de fabrication consiste à mettre la substance active sous la forme de gouttelettes que l'on obtient par émulsion, c'est à dire par agitation du produit actif (phase organique) dans un liquide non miscible (type huile dans l'eau, eau dans un solvant...).

Dans ce bain d'émulsion, la paroi des gouttelettes est solidifiée :

- par gélification à la chaleur,
- par coagulation au froid,
- par acidification,
- ou bien chaque gouttelette est enrobée d'une membrane obtenue par la polymérisation d'un réactif qui se fait à l'interface autour des gouttelettes d'émulsion
- par atomisation (nébulisation d'un liquide),
- par prilling (formation de nodules par extrusion)...

Le type de fabrication mis en œuvre dépend de la substance à microencapsuler, du diamètre des microcapsules à obtenir (de un à plusieurs centaines de micromètres) et des contraintes de production.

3) Fixation des microcapsules sur le support textile

A condition que leur résistance mécanique ou/et thermique soit suffisante, les microcapsules peuvent être fixées au support textile par l'un des procédés classiques de **foulardage** (immersion), d'**impression** ou d'**enduction**.

D'autres procédés de fixation existent tels que la **pulvérisation** - quand les microcapsules sont encore à l'état visqueux après fabrication, l'**incorporation** dans des fibres textiles creuses ou poreuses lors du filage ou l'**insertion** dans des couches d'enduction ou de mousse.

Afin d'assurer l'adhérence des microcapsules au support textile, un liant est utilisé. Il peut être du type acrylique, polyuréthane, silicone, amidon, constitué de fibres naturelles, artificielles ou synthétiques.

Dans certains cas (cosméto-textiles) il n'y a pas besoin de liant car il y a une affinité ionique ou électrostatique entre la microcapsule et la fibre.

4) Applications textiles actuelles et à venir

- Hydratation, fraîcheur, amincissement, protection solaire, parfum, énergisant (améliorer la circulation sanguine), relaxant

Exemples : bas, collants, chaussettes, sport (caleçon, fuseau...), lingettes pour bébé, les patchs, fond de teint contenant des fibres textiles masquant les imperfections, les draps somnifères ou aphrodisiaques

- Textiles autonettoyants ont été mis au point (à l'échelle prototype).

Des enzymes glutons greffés sur la fibre viendraient manger les salissures ou bien ces dernières seraient détruites par un système photocatalytique.

- Textiles thermochromes ou photochromes
- Textiles thermorégulants comme l'out-last

Des microcapsules contiennent des matériaux qui libèrent de la chaleur en hiver ou au contraire l'absorbent lorsqu'il fait chaud. Leur rôle est de créer un véritable microclimat à l'intérieur du vêtement.

APPLICATIONS DU LASER ET DES ULTRASONS

I. Découpage au laser

1. Présentation du laser

LASER : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Principe théorique découvert par Einstein en 1917 : l'émission stimulée.

Premier laser (laser à rubis) mis en route en 1960.

2. Caractéristiques de la lumière laser

Le faisceau laser est très directif et permet de concentrer toute l'énergie lumineuse (puissance de l'ordre de 10^5 W/cm²) sur une surface très petite dont le diamètre est de l'ordre du 1/10 de mm.

3. Type de laser utilisé dans l'industrie textile

On utilise le laser CO₂.

Il est appelé ainsi car le laser est créé à partir d'un mélange gazeux composé de dioxyde de carbone, d'azote et d'hélium, dont l'excitation se fait grâce à des décharges électriques.

Ce laser n'émet pas de lumière visible, il émet dans l'infrarouge.

4. Application industrielle : le découpage

On focalise le faisceau laser à l'aide d'une lentille à travers une buse située proche du textile à découper. La matière est alors vaporisée et la découpe se fait en déplaçant le faisceau laser/pièce.

On utilise un gaz d'assistance qui permet :

- L'éjection de la matière fondue ou vaporisée de la saignée
- La protection de la lentille contre les projections de scories

Caractéristiques d'un laser CO₂

- Longueur d'onde : 10,6µm (IR lointain)
- Transport du faisceau : Miroirs
- Puissance moyenne : 0,5 à 45 kW
- Mode d'émission : Continu et/ou impulsif

- Matériaux découpés : Bois, plastique, papier, acier, aluminium, tissu
- Performances : ex Acier : 15 mm épaisseur, 10m/min, précision de +/- 0,1 mm
- Avantages du laser : grande souplesse, vitesse élevée...
- Inconvénients : transport du faisceau compliqué donc pas indiqué pour des formes compliquées

II. Matelassage aux ultrasons

1. Nature des ultrasons

Un son correspond à la propagation d'une onde de pression qui va réagir sur le tympan. Ce sont des sons de très hautes fréquence (>20000 Hz) inaudibles par l'homme.

2. Utilisation des ultrasons dans l'industrie textile

Un convertisseur ultrasons transmet une vibration mécanique de haute fréquence qui fait vibrer une enclume avec une fréquence de 20 ou 30 kHz.

La friction engendrée crée un échauffement local jusqu'à atteindre le point de fusion du matériau. Cette fusion locale permet le soudage des fibres entre elles.

En plaçant un contre outil plat, seule une action de soudage est obtenue.

Avec un contre outil possédant un angle, le système réalise une coupe supplémentaire. Si l'angle du contre outil est faible, la bordure de la coupe sera soudée. L'angle du contre outil peut varier de 70° à 170°.

Cette découpe permet une coupe soudante sur des matériaux thermoplastiques, tels que le polyester, le polyamide, le polypropylène, l'acrylique ou l'ensemble de ces fibres mélangées à la hauteur d'au moins 50% avec des fibres naturelles : coton, viscose...

La puissance mise en œuvre pour les systèmes ultrasons varie de 50 à 1200 watts environ, permettant d'ajuster le procédé à la vitesse de défilement du produit, à la densité du matériau et à son épaisseur.

L'amplitude de vibration de la sonotrode est en relation avec le matériau, la forme géométrique de la soudure. Les matériaux semi-cristallins requièrent en général de plus hautes amplitudes que les matériaux amorphes.

Le soudage par ultrasons ne nécessite pas d'agent de soudage

La vitesse de soudage dans ce cas peut varier de quelques mètres à plus de deux cents mètres par minute.

3. Intérêts de la soudure ou de la coupe aux ultrasons

- En soudant les deux parties de tissu à l'aide des US on évite les piqûres dans le tissu et ainsi on améliore l'imperméabilité ainsi que les propriétés isolante du textile.
- Pour une découpe aux US, on évite l'effilochage au niveau des coutures car les fibres sont fondues au niveau de la découpe.
- Elle ne nécessite pas l'utilisation d'agent de soudage.
- Par ailleurs ce procédé de découpe est très rapide.

4. Historique du matelassage

A l'origine, le but était de protéger le corps.

Contre les coups d'abord. Probablement né en Orient, le matelassé arrive en Occident au Moyen Âge, rapporté par les croisés qui en ont observé l'efficacité protectrice sur leurs ennemis en Terre Sainte. Il permet de solidifier les tissus afin qu'ils ne s'usent pas trop vite.

Contre le froid ensuite. Cette association de tissus et de matériaux permet de capturer l'air, un isolant thermique très efficace.

Au moyen-âge, on reliait une série de couches de matériaux compris entre une couche intérieure et une couche extérieure par une couture. La couture peut dessiner des formes variées (losanges, carrés, boudins horizontaux ou verticaux, boudins courbes suivant les formes du corps...).

Le taux de protection varie selon le nombre de couche et leur composition.

L'utilisation des premiers vêtements matelassés daterait du début du 11^{ème} siècle (1 à 10 couches de matériaux).

À partir du milieu du 14^{ème} et le 15^{ème} siècle, les militaires portaient des vêtements matelassés soit en protection principale soit associés à une cotte de maille, certainement portée en dessous. Le matelassage doit être difficilement pénétrable et doit très bien encaisser les chocs. Certaines protections étaient composées de 20 à 40 couches de tissu.

5. Le matelassé de nos jours

2 épaisseurs de tissu et, entre les deux, du rembourrage.

On peut classer ces techniques en deux grandes familles.

- La première consiste à assembler 3 épaisseurs (tissu dessus, rembourrage, tissu dessous), et dessiner des motifs grâce à des surpiqûres.

Dans cette famille on trouve le matelassage proprement dit, appelé parfois "matelassage anglais" car originaire de Grande-Bretagne.

Dans le cas du matelassage aux ultrasons, il n'y a pas de piqûres, on parle d'un effet de gaufrage (impression d'un relief sur le tissu).

- La seconde consiste à dessiner au fil les contours d'un motif sur deux toiles superposées et à rembourrer certaines parties entre ces deux toiles.

Exemples : le boutis provençal, et son ancêtre, le trapunto sicilien.

APPRETS TEXTILES

Introduction

L'ennoblissement textile consiste à traiter une étoffe afin de donner certaines caractéristiques au produit fini. Il peut s'agir d'opérations mécaniques ou chimiques.

Cinq grandes spécialités sont présentes :

- les apprêts chimiques,
- les apprêts mécaniques,
- l'enduction,
- l'impression pour l'apposition localisée de motifs colorés,
- la teinture pour colorer le textile.

Un apprêt est un traitement de finition permettant de donner au produit son aspect final. Il consiste en la modification des fibres textiles par le biais d'une action chimique (telle qu'une teinture, un foulardage, une impression, un mercerisage...) ou mécanique (grattage...).

Les caractéristiques ainsi changées peuvent être : bactériostatisme, protection anti-feu, anti-statisme, antitache, étanchéité, textile plus lisse...

I. Généralités

Le terme "d'apprêt" couvre tous les traitements qui servent à donner aux textiles les propriétés d'usage final souhaitées. Celles-ci peuvent inclure des propriétés relatives à l'effet visuel, au toucher et à des caractéristiques spéciales telles que l'imperméabilisation et l'ininflammabilité.

Les apprêts peuvent impliquer des traitements mécaniques/physiques et chimiques. En outre, parmi les traitements chimiques, il est possible de faire une distinction entre les traitements qui impliquent une réaction chimique de l'agent d'apprêt avec la fibre et les traitements chimiques dans lesquels elle n'est pas nécessaire (par exemple, les traitements adoucissants).

Certains traitements d'apprêt sont plus caractéristiques de certains types de fibres (par exemple, les apprêts *Easy-Care* pour le coton, le traitement antistatique pour les fibres synthétiques et le traitement antimites et anti-feutrage pour la laine). D'autres apprêts ont une application plus générale (par exemple, les adoucissants).

II. Les apprêts chimiques

1) Glaçage

Le glaçage augmente la brillance en surface par dépôt d'amidon.

2) Matage

Le matage diminue la brillance des textiles chimiques par addition d'oxyde de titane dans la masse de polymère avant le passage en filière.

3) Azurage

L'azurage permet d'obtenir un blanc plus pur par addition de colorant bleu.

4) Traitement *Easy-Care*

Les apprêts *Easy-Care* sont appliqués aux fibres contenant de la cellulose pour leur donner des caractéristiques telles que le lavage facile, une infroissabilité pendant le lavage et à l'usage, ou bien sans repassage ou repassage minimal. Ces propriétés sont à présent exigées pour les fibres cellulosiques afin de leur permettre de concurrencer les fibres synthétiques telles que le polyamide et le polyester.

Les formulations *Easy-Care* contiennent divers ingrédients :

- agent de réticulation,
- catalyseur,
- additifs (adoucissants, hydrofuges, agents hydrophilisants, etc.),
- tensio-actifs en tant qu'agent mouillant.

Dans le procédé *Easy-Care*, l'étoffe après avoir été foulardée, est séchée au large dans une rame d'étirage et finalement polymérisée. La méthode de polymérisation la plus courante est le procédé de réticulation à sec dans lequel le tissu est polymérisé à l'état sec dans un appareil de polymérisation ou sur la rame immédiatement après séchage.

Un autre type d'apprêt permet de donner un effet anti-salissant : le mélange silicone-polyéthers. La modification de la chaîne de siloxane hydrophobe avec les groupes de polyéther hydrophiles donnent des produits ayant une haute activité de surface. Ils sont appliqués surtout comme des agents d'hydrophilisation et comme agent anti-salissant (*soil-release-agent*).

- Excellent effet hydrophile
- Toucher naturel
- Bon effet anti-salissant
- Améliore la pénétration et la mouillabilité

5) Traitements hydrofuges

Les traitements hydrofuges sont appliqués aux étoffes pour lesquelles des propriétés imperméables sont exigées mais qui ont également besoin d'être perméables à l'air et à la vapeur d'eau.

Ces propriétés sont obtenues par :

- une précipitation de substances hydrophobes, telles que les émulsions de paraffine associées à des sels d'aluminium (par exemple, produits imperméabilisant à base de cire),
- la transformation chimique de la surface de la fibre par addition de polymères qui forment une pellicule imperméable de réticulation (par exemple, imperméabilisants au silicone, imperméabilisants à base de résine, imperméabilisants fluorés).

Agents hydrophobes :

- agents déperlants à base d'huiles organiques

Formulations à base de sels de métaux et de paraffine

- agents déperlants à base de résines (résines mélamine grasses modifiées)

Les résines sont obtenues par polycondensation de composés gras (acides, alcools ou amines).

- agents déperlants à base de silicones

Ces produits sont généralement commercialisés sous forme d'émulsions aqueuses constituées de principes actifs à base de polysiloxane, d'agents émulsifiants, d'agents hydrophiles (glycols) et d'eau.

- agents déperlants fluorés

Le succès de ces agents, malgré leur coût élevé comparé à d'autres agents déperlants, est surtout dû au fait qu'ils sont permanents et qu'ils procurent un effet déperlant à la fois à l'huile et à l'eau.

Les agents déperlants fluorés sont la plupart du temps des copolymères d'acrylates d'alkyles fluorés et de méthacrylates. L'utilisation du Teflon est possible.

6) Traitements adoucissants

Les produits chimiques de ce groupe sont destinés à modifier le toucher de l'étoffe. Les adoucissants réduisent la friction des fibres entre elles, un phénomène que l'on qualifie de toucher moelleux ou doux.

Bien souvent les adoucissants sont utilisés en même temps que les résines et/ou azurants optiques dans des formulations d'apprêt parfois complexes.

Les adoucissants textiles sont des émulsions à base aqueuse ou des dispersions de substances actives insolubles dans l'eau, à savoir notamment :

- les tensio-actifs non ioniques,
- les tensio-actifs cationiques,
- les cires de paraffine et de polyéthylène,
- les composés silicones organiques.

Grâce à leur substantivité, les adoucissants cationiques confèrent un effet assouplissant plus durable que les composés non ioniques. En outre, ils sont plus efficaces à des concentrations beaucoup plus faibles. Pour les fibres synthétiques hydrophobes, leur substantivité est limitée.

L'inconvénient des agents cationiques est leur incompatibilité avec les composés anioniques utilisés comme détergents, savons, etc. C'est pourquoi les adoucissants cationiques sont appliqués après élimination complète des détergents anioniques présents sur le textile.

Les agents cationiques utilisés en tant qu'adouçissants sont les suivants:

- les composés d'ammonium quaternaire, tels que le chlorure de diméthyle stéaryle ou distéaryle ammonium,
- les amido-amines formés par réaction d'un acide gras ou d'un glycéride et d'une polyamine à chaîne courte substituée ou non substituée (par exemple diéthylène-triamine, N, N-diéthyle éthylènediamine). L'amide ainsi formé est quaternisé par l'acide acétique ou l'acide chlorhydrique pour donner un adoucissant cationique (utilisé spécialement pour la laine blanchie au chlore),
- les imidazolines qui peuvent être acétylées ou additionnées sur l'oxyde d'éthylène.

7) Traitements ignifugés

Les apprêts ignifuges sont devenus de plus en plus importants et ils sont obligatoires pour certains articles. Les traitements ignifuges devraient protéger la fibre contre la combustion sans modifier le toucher, la couleur ou l'apparence de l'étoffe.

Ils sont généralement appliqués au coton et aux fibres synthétiques (par exemple, ils sont importants dans le secteur du meuble pour les tissus d'ameublement). Dans certains cas spécifiques, en particulier dans le secteur des tapis (par exemple, marchés contractuels, aviation), ils peuvent également être exigés pour la laine, bien que cette fibre soit déjà intrinsèquement ignifuge.

Pour le traitement ignifuge, il est utile de différencier un traitement durable d'un traitement non durable.

Les agents ignifuges pour traitement durable réagissent avec la fibre, conférant ainsi au produit traité des propriétés ignifuges permanentes.

Il n'en est pas de même pour les agents ignifuges non durables qui, bien qu'étant également efficaces, sont éliminés par le lavage. De ce fait, ils ne sont adaptés qu'aux étoffes rarement ou jamais lavées, ou qui peuvent faire l'objet d'un nouveau traitement chaque fois qu'un lavage est effectué.

Les agents ignifuges fonctionnent selon des mécanismes qui dépendent de leurs caractéristiques chimiques. Ceux qui sont les plus couramment utilisés par le secteur textile appartiennent aux catégories chimiques suivantes :

– composés inorganiques

Les agents ignifuges inorganiques, utilisés pour les fibres cellulosiques, sont des sels solubles dans l'eau, tels que le phosphate de diammonium, le sulfate d'aluminium, le sulfate d'ammonium... L'application de la solution aqueuse se fait par foulardage ou pulvérisation, suivi d'un séchage.

Ce sont des agents ignifuges non durables : ils confèrent cette propriété au produit tant qu'il n'est pas lavé ou mis en contact avec de l'eau.

– composés organiques halogénés

Les composés bromés sont les plus efficaces. Le brome peut être lié à un substrat aliphatique ou aromatique; les dérivés aromatiques sont largement utilisés en raison de leur haute stabilité thermique. Les agents ignifuges polybromés utilisés pour les applications textiles sont pour la plupart principalement des diphényléthers.

Les agents ignifuges chlorés comprennent des composés chlorés aliphatiques linéaires et cycloaliphatiques. Ces produits sont moins coûteux que leurs homologues bromés, mais ils nécessitent des quantités plus importantes en substance active pour obtenir une performance équivalente. Comparés aux composés bromés, les composés chlorés sont thermiquement moins stables et plus corrosifs pour l'équipement.

– composés organophosphorés

Oxydes de phosphine et les esters de phosphate

Les composés organophosphorés utilisés pour les applications textiles, en particulier pour le coton, sont disponibles sous forme de systèmes réactifs (permanents) et non réactifs (non permanents).

Il existe deux types d'agents ignifuges organophosphorés réactifs, les deux étant des formulations sans halogène.

Il existe d'autres approches disponibles pour produire des textiles ayant des propriétés ignifuges parmi lesquelles :

- l'addition de produits chimiques spécifiques dans la solution de filature pendant la fabrication des fibres,
- le développement de fibres modifiées avec des propriétés ignifuges intrinsèques,
- l'enduction de l'envers d'articles finis recouverts de textiles (par exemple ameublement, matelas), procédé par lequel une couche ignifuge est fixée sur l'une des faces du textile fini.

8) Traitements antistatiques

Le procédé consiste à traiter l'étoffe avec des substances hygroscopiques (agents antistatiques) qui augmentent la conductivité électrique de la fibre, en évitant ainsi l'accumulation de la charge électrostatique.

Ces traitements d'apprêt sont très courants pour les fibres synthétiques, mais ils sont également appliqués à la laine dans le secteur des tapis pour les revêtements de sol qui doivent être utilisés dans des environnements sensibles à l'électricité statique.

Les formulations de ces produits sont principalement à base de :

- composés d'ammonium quaternaire,
- esters d'acide phosphorique.

9) Traitements antimites

Le traitement antimite de la laine et des mélanges de laine est principalement limité à la production de revêtements de sol textiles, mais certains vêtements à hauts risques sont également traités (par exemple, les uniformes militaires). En ce qui concerne l'application sur les vêtements, le traitement antimite est habituellement effectué lors de la teinture.

Les formulations des agents antimites les plus couramment utilisés contiennent les substances actives suivantes :

- perméthrine (un pyréthroïde synthétique),
- cyfluthrine (un pyréthroïde synthétique),
- sulcofuron (un dérivé de diphényl-urée halogéné).

10) Traitements bactéricides et fongicides

L'industrie textile fait appel à d'autres types de biocides, principalement en tant qu'apprêts antimicrobiens (par exemple pour les textiles en milieu hospitalier) ou en tant que produits anti-odeurs pour les articles chaussants et la bonneterie. Les substances actives utilisées à cette fin sont le plus couramment choisies parmi celles énumérées ci-après :

- composés organiques de zinc,
- composés organiques d'étain,
- dichlorophényl-esters,
- dérivés de benzimidazole,
- triclosan,
- isothiazolinone (le plus couramment utilisé aujourd'hui).

11) Traitements anti-feutrage

Cet apprêt est appliqué afin de donner aux articles des propriétés d'anti-feutrage. Il empêche le rétrécissement du produit fini quand il subit des lavages répétés en machine à laver.

Deux traitements qui sont également complémentaires sont appliqués :

- traitement oxydant (traitement soustractif)
- traitement avec des résines (traitement additif)

Ces traitements peuvent être appliqués à tout stade du procédé et sur toutes les formes de supports. Ils sont la plupart du temps appliqués sur les rubans de laine peignée pour des produits finaux spécifiques (par exemple, sous-vêtements).

– Traitement oxydant

Dans le traitement oxydant, les produits chimiques utilisés attaquent les écailles des cuticules et modifient chimiquement la structure extérieure de la fibre.

Ce traitement a été traditionnellement réalisé en utilisant l'un des agents dégageant du chlore suivant :

- hypochlorite de sodium
- dichloro-isocyanurate de sel de sodium

Le procédé le plus ancien est celui où l'on utilise de l'hypochlorite de sodium.

– Traitement avec des résines

Dans les procédés additifs, des polymères sont appliqués à la surface de la fibre dans le but de couvrir les écailles d'une "pellicule". Toutefois, ce traitement doit être considéré comme un pseudo procédé d'apprêt anti-feutrage, car ce n'est pas la tendance au feutrage qui s'en trouve réduite, mais simplement son effet.

Le polymère doit avoir une substantivité élevée pour la laine. Les polymères cationiques sont les mieux adaptés à ce traitement parce que, après le précédent prétraitement, la surface de la laine devient anionique.

Toutefois, la combinaison de procédés oxydants et additifs permet d'accroître la performance.

→ **Procédé Hercosett**

Il consiste en un prétraitement au chlore suivi par l'application d'une résine polyamide/épichlorhydrine.

III. Les apprêts mécaniques

1) Emerisage

L'émerisage consiste à gratter les fils d'une étoffe pour les étirer sur la surface et lui donner un aspect peau de pêche.

2) Sanfor®

Nom déposé d'un procédé mécanique dit de rétrécissement compressif contrôlé, en chaîne comme en trame. Il donne aux tissus de coton une stabilité dimensionnelle absolue, le pourcentage de retrait ultérieur étant très inférieur à 1%. Cette marque a 30 ans de références mondiales.

3) Calandrage

Traitement de finition à l'aide de calandres (machines à « rouleaux compresseurs ») : le tissu passe entre deux cylindres en pression avec ou sans chauffage. Cela fixe la matière dans son état presque définitif. Il donne aussi une brillance aux étoffes.

4) Similissage

Traitement à la soude sous forte tension, réalisé sur fils, et par passage sur calandre pour les étoffes de coton pour leur donner un brillant prononcé.

Ressemble au mercerisage.

5) Gaufrage

Le gaufrage permet de créer des décors en relief et un effet de creux sur une étoffe.

Le tissu passe entre un cylindre en cuivre gravé en creux ou en relief et un contre-cylindre en bois ou en papier. La pression exercée associée à une température élevée permettent le gaufrage du tissu qui présente alors l'empreinte du motif gravé.

Cet apprêt n'est pas permanent dans chaque cas. Avec des tissus faits à base de fibres synthétiques thermoplastiques, à la température de traitement appropriée, l'apprêt acquiert un caractère permanent.

6) Moirage

Le moirage produit des effets de reflet par écrasement des fils des étoffes dans des sens différents. Selon l'incidence des rayons lumineux, l'aspect obtenu est miroitant.

7) Grattage et foulage

Le grattage et le foulage consistent à arracher les fibres en surface. Ils modifient l'épaisseur des étoffes et leur donnent du moelleux.

IV. L'enduction

L'enduction est un traitement de surface qui consiste à appliquer un revêtement généralement liquide (laque, peinture, huile...) sur un substrat (papier, textile, film plastique, métal...). Généralement, l'enduction est suivie d'un séchage et éventuellement d'une réticulation.

Un textile enduit est un support textile additionné d'une résine polymère en quantité variant d'une fraction du poids du textile à plusieurs fois son poids. C'est un traitement de finition.

Toutes les matières textiles peuvent potentiellement être utilisées, cependant, la compatibilité entre la fibre et l'enduction doit être maximale.

Les formulations d'enduction sont à base de polychlorure de vinyle, polyuréthane, acrylique et élastomères naturels ou synthétiques. L'addition de plastifiants, charges minérales ou autres auxiliaires qualifie spécifiquement le matériau pour un procédé et un usage final donnés.

Exemple : Toile cirée

Aujourd'hui, les chercheurs textiles cherchent à combiner plusieurs fonctionnalités au sein d'une seule enduction : on parle de multifonctionnalisation.

FILAGE ET FILATURE DES FILS

La fabrication des fils peut se faire de 2 manières différentes :

- Soit de manière manuelle : on parle de filature
- Soit de manière industrielle : on parle alors de filage

I. Le filage

Le filage est le fait de produire des fils textiles à partir de divers matériaux bruts. Cette opération se fait à la main, à l'aide d'un fuseau ou d'un rouet. Elle a lieu dans une manufacture.

Le fuseau est un bâton en bois, renflé à une extrémité ou en son centre, ce qui permet le filage de la laine, du lin, du chanvre ou du coton. Il est utilisé pour la confection de dentelles aux fuseaux.

Un rouet est un instrument ancien à roue actionné par une pédale ou une manivelle.

Les fibres naturelles brutes sont courtes et ont peu de résistance ou solidité. On les tord ensemble afin d'obtenir un fil continu plus résistant. Le résultat varie selon le matériau utilisé, sa préparation (fibre cardée ou peignée), le degré de torsion du fil.

Il existe deux types de torsion, qui dépendent de la direction dans laquelle on va filer les fibres : torsion en Z et en S. On peut assembler deux ou plusieurs fils ensemble, c'est le **retors**. On obtient alors un fil plus épais, régulier et solide. Généralement, on file un brin unique en Z, et on retord plusieurs brins en S.

Avant de pouvoir être filée, une fibre naturelle doit être cardée ou peignée.

Le cardage a pour but de démêler et aérer les fibres. Le fil obtenu est souple, doux, léger et gonflant. Il reste néanmoins fragile. Il est utilisé pour les fibres courtes (coton, mérinos).

Le peignage consiste à rendre parallèles les fibres et à enlever l'air contenu entre ces dernières. Lors de cette étape, on ne garde que les plus longues fibres. Le fil obtenu est lisse et brillant, solide, mais moins doux. Le peignage est généralement effectué les fibres longues (alpaga, mohair).

Ensuite arrive l'étape du filage. La manière de filer les fibres dépend du type de fibre et de sa préparation, mais il existe principalement deux manières de filer :

- type « laine à cardé » : on ne pince pas les fibres au moment du filage, et on met peu de torsions. On obtient un fil souple et gonflant.
- type « laine à peigne » : on pince le fil en cours de filage pour chasser l'air, et on met davantage de torsion. On obtient un fil fin et lisse.

Une fois que l'on a filé une quantité suffisante de fibres, on peut passer au retors.

Le retors consiste à assembler plusieurs brins entre eux afin d'obtenir un brin de laine plus épais, régulier et doux. Puis on met le fil obtenu en écheveau, à l'aide d'un mandrin ou d'un écheveaudoir, ce qui rend le fil plus facile à laver et à teindre éventuellement.

La teinture se fait toujours sur des fibres propres, mais elle peut avoir lieu à tout moment : sur les mèches brutes, sur les nappes cardées, les rubans, ou enfin sur le fil terminé.

II. La filature

Une filature est une usine de filage textile industriel.

On distingue deux types de filatures, la filature cotonnière pour des fibres « courtes » de longueur moyenne de 40 mm et la filature type laine pour les fibres « longues » de longueur moyenne de 80 mm.

La filature se fait en 4 étapes :

- L'épuration de matières premières
- Le démêlage des touffes de fibres par cardage
- La régulation et l'affinage du ruban
- La filature proprement dite

Étape 1 : L'épuration de matières premières → BOURRE (Annexe 2)

On commence par ouvrir et démêler les balles de matières premières.

On arrache l'ensemble compact de fibres pour obtenir des flocons grossiers. On mélange des fibres d'origines différentes puis on les démêle et on les oriente. A cette étape, on peut éventuellement teindre les fibres.

Toutes les matières premières naturelles contiennent des impuretés :

- débris de végétaux ou de parasites,

- graisses et suint,
- poussières diverses.

L'épuration élimine tous les corps étrangers par différents procédés (battage, trempage, dégraissage). Les fibres triées grossièrement issues de cette première étape forment la bourre.

Étape 2 : Le démêlage des touffes de fibres par cardage → RUBAN (Annexe 3)

La carde va paralléliser les fibres de la bourre grâce à des tambours comportant des garnitures d'aiguilles métalliques en mouvement.

Elle va individualiser les fibres mais aussi éliminer les impuretés résiduelles et les fibres entremêlées.

Le passage dans un entonnoir permet de rapprocher les fibres et d'augmenter leur cohésion.

A la sortie de la carde, on obtient un voile de fibres que l'on va ranger dans un pot tournant en donnant un ruban (avec une légère torsion) dans lequel les fibres sont orientées parallèlement à l'axe et maintenues par leur adhérence.

En alimentant la carde avec des fibres différentes, on va pouvoir faire des mélanges.

Étape 3 : La régulation et l'affinage du ruban → MECHE (Annexe 4)

On poursuit la parallélisation des fibres qui n'est pas encore parfaite.

Sur le banc d'étirage, on régularise la grosseur du ruban en mélangeant et en étirant plusieurs rubans. On peut ainsi procéder à des mélanges de matières. Les fibres peuvent alors glisser les unes sur les autres.

Sur le banc à broches, on passe du ruban à la mèche par étirage avec une légère torsion qui donne aux fibres une cohésion plus forte.

Étape 4 : La filature proprement dite (Annexe 5)

On passe de la mèche au fil en affinant et retordant le fil définitif.

La torsion permet d'augmenter la résistance du fil.

III. Les fils transformés

Après la filature, les fils peuvent être employés tels quels (fils simples), ou être transformés afin d'obtenir des caractéristiques précises.

C'est presque toujours le cas pour les fibres chimiques.

Ces transformations sont obtenues par :

- Moulinage
- Guipage
- Texturation

1. Les fils moulinés ou retors (Annexe 6)

La torsion est effectuée sur tous les fils formés de fibres naturelles ou chimiques.

On lie par torsion des fils simples pour obtenir un fil de meilleure qualité.

Plus la torsion est élevée, plus le fil est résistant.

Elle est variable par son intensité et son sens.

L'association par torsions successives S et Z de plusieurs fils retors produit des fils très solides ou fils câblés.

2. Les fils guipés (Annexe 7)

On enroule autour d'un fil appelé « âme », un ou plusieurs fils appelés fils de couverture.

Ce procédé permet d'obtenir de fils de fantaisie de plusieurs textures ou plusieurs couleurs.

3. La texturation

Elle permet d'augmenter le volume et l'élasticité du fil.

Elle s'obtient par des procédés thermiques qui modifient ses propriétés physiques. C'est le cas des fils frisés, mousse, soufflés ou rétractables (tissus cloqués).