

CHAPITRE DIX HUIT

LA TEINTURE DES FIBRES SYNTHÉTIQUES

1 - QUE CHERCHE UN TEINTURIER ?

Le travail d'un teinturier a pour objet :

- De reproduire une nuance. Cela suppose de bonnes connaissances en colorimétrie, avec des tests préliminaires avant la première teinture industrielle. Avec une trichromie bien choisie, la reproductibilité de la nuance est en général bonne.
- D'obtenir une bonne répartition du colorant sur la surface textile, c'est à dire un bon **unisson** par :
 - * Le choix d'une classe de colorants.
 - * Le choix du procédé de teinture.
 - * Le choix des conditions de teinture.
- De satisfaire à un cahier des charges :
 - * Solidité de la teinture à l'usage.
 - * Propriétés demandées par le client.
- De respecter un délai et un prix de revient.

2 - QU'EST CE QU'UNE TEINTURE ?

- **C'est un milieu** → pratiquement toujours l'eau.
- **Ce sont quatre phases successives:**
 - 1 - Solubilisation du colorant.
 - 2 - Adsorption du colorant.
 - 3 - Diffusion du colorant.
 - 4 - Fixation du colorant par liaison covalente, par liaison ionique, par liaison hydrogène, par liaison de VAN DER WALS,
- **C'est un résultat** → Le colorant est bien réparti sur et dans la fibre textile.

3 - COMMENT DÉPOSE-T-ON UN COLORANT SUR UNE SURFACE TEXTILE ?

On distingue trois grandes classes de procédés :

3 - 1 – PROCÉDÉ PAR ÉPUISEMENT.

Le colorant est en solution dans un bain aqueux. On définit un rapport de bain R :

$$R = \text{Poids de matière textile} / \text{Volume du bain}$$

Il y a d'abord adsorption du colorant, puis, par un cycle de température, diffusion et fixation. Dans cette opération le pH est important. On procède enfin à un rinçage.

3 - 2 – PROCÉDÉ PAR IMPRÉGNATION / EXPRIMAGE / FIXATION.

La solution aqueuse de colorant s'imprègne dans la matière textile. On caractérise la quantité de bain par le nombre de ml. emportée par 100 g. de matière. Cette matière est alors "exprimée" et le colorant restant diffuse et s'adsorbe. On procède enfin à une fixation à chaud par de l'air chaud ou de la vapeur.

3 - 3 – PROCÉDÉ PAR COLORATION DANS LA MASSE.

Ce procédé est très différent des deux précédents. Des pigments, minéraux ou organiques, sont introduits dans la fibre textile au moment de sa préparation. C'est le cas pour certaines applications des fibres artificielles et synthétiques où les pigments sont introduits, généralement sous forme de "mélanges maîtres" ("master batch"), soit dans le collodion, soit pendant la préparation du polymère, soit avant le filage.

4 - GÉNÉRALITÉS SUR LES COLORANTS.

4 - 1 - DÉNOMINATIONS.

Les colorants actuellement utilisés proviennent, pour la plupart, de produits extraits du pétrole. Ce sont des composés trop complexes pour que leurs noms commerciaux puissent refléter leurs compositions. Ainsi chaque colorant est désigné par sa couleur, sa marque commerciale et un code qui le caractérise

Exemple : VIOLET BRILLANT SOLANTHRENE 3 B (De ICI - FRANCOLOR)

Le code est composé de chiffres et de lettres avec différentes significations :

- **B** = Bleuâtre.
- **R** = Rougeâtre
- **J** ou **Y** ou **G** = Jaunâtre (Yellow - Gelb)

Le violet de l'exemple qualifié de **3 B** sera plus bleu qu'un **2 B** ou qu'un simple **B**.

4 - 2 - CONSTITUTION - CLASSIFICATION.

Une molécule de colorant est caractérisée :

- Par ses groupements chromophores responsables de l'effet coloré.
- Par ses groupements auxochromes auxquels la molécule de colorant doit ses propriétés d'affinité tinctoriales vis à vis de la matière textile.

De façon générale on peut distinguer trois grandes familles de colorants, sans que cette classification soit très rigoureuse.

- Les colorants pour fibres végétales et certaines fibres artificielles : coton, lin, viscose, fibranne.
- Les colorants pour fibres animales : laine, soie.
- Les colorants pour fibres synthétiques, pures ou en mélange.

Ces trois familles présentent des caractéristiques essentielles communes, bien que réalisées à des degrés différents :

- La possibilité d'application en solution ou en dispersion aqueuse.
- Le taux de montée - ou rendement - C'est le rapport entre la quantité de colorant présente dans le bain et celle retenue par le textile.
- La cinétique de montée qui exprime la vitesse de fixation du colorant sur le textile.
- Le pouvoir de migration grâce auquel le colorant se déplace à l'intérieur de la fibre.
- Le taux de fixation qui exprime la valeur de la liaison colorant - fibre.

L'obtention d'un unisson correct est conditionné par les 3ème et 4ème propriétés. La 5ème conditionne les solidités des teintures aux conditions d'usage.

4 - 3 - LES DIFFÉRENTES CLASSES DE COLORANTS.

4 - 3 - 1 - Colorants à mordant. Ce terme provient du fait qu'un grand nombre de colorants naturels ne pouvaient se fixer sur les fibres qu'après un traitement - dénommé mordantage - consistant à précipiter sur les fibres des oxydes de certains métaux (Al, Fe, Co, Cr) avec lesquels les colorants pouvaient former ensuite une laque insoluble solidement fixée.

Le chrome est en fait le métal le plus utilisé et les colorants à mordant sont souvent appelés "colorants au chrome". L'utilisation de ces colorants n'est plus autorisée dans de très nombreux pays.

4 - 3 - 2 - Colorants acides. Ils sont ainsi dénommés car ils permettent de teindre certaines fibres en bain acide (Fibres animales, polyamides). Ils sont constitués d'un groupe chromophore et d'un ou plusieurs groupes sulfonates permettant leur solubilisation dans l'eau.

Ces colorants sont très utilisés et ils offrent une palette de nuances très complètes. Ils ne possèdent toutefois pas une bonne solidité à toutes les causes de dégradation.

4 - 3 - 3 - Colorants métallifères. Pour éviter l'opération de mordantage, il a été imaginé d'incorporer le métal au colorant lui-même en formant le complexe métallifère au préalable au lieu de le précipiter dans la fibre. Ces colorants contiennent donc un atome métallique (Cr, Ni, Co). L'atome métallique peut être associé à une molécule de colorant (Complexe métallifère 1/1) ou à deux molécules de colorant (Complexe 1/2)

Ces colorants permettent de teindre la laine, la soie, les polyamides, en nuances très solides mais en général peu vives.

4 - 3 - 4 - Colorants directs. Le premier colorant de cette série fut le ROUGE CONGO qui permet de teindre "directement" le coton sans utilisation de mordant.

Les colorants directs - appelés également "substantifs" - sont solubles dans l'eau grâce à des groupements sulfonates. Ils se distinguent des colorants acides par leur affinité pour les fibres cellulosiques. Ils teignent les fibres végétales en bain neutre en présence d'électrolytes mais ils teignent également les fibres animales.

Les colorants directs présentent une grande variété de coloris, ils sont faciles à utiliser et leur prix est modique. Ils présentent cependant une faible solidité au mouillé.

4- 3 - 5 - Colorants cationiques - initialement dénommés "colorants basiques" - Alors que les colorants acides, à mordant et direct sont des anions colorés, les colorants cationiques sont, comme leur nom l'indique, des cations colorés. Ces colorants sont solubles dans l'eau. Ils teignent la soie et la laine en milieu neutre ou faiblement acide alors qu'ils se fixent sur le coton préalablement traité au tanin.

Les colorants cationiques présentent une grande vivacité de teintes mais ils résistent mal à l'action de la lumière. Ils sont surtout utilisés aujourd'hui pour les fibres acryliques pour lesquelles on obtient des coloris très solides même à la lumière.

4 - 3 - 6 - Colorants au soufre. Insolubles dans l'eau, leur constitution est complexe et mal définie. Leur utilisation en teinture n'est rendue possible qu'en les réduisant en leuco-dérivés qui présentent de l'affinité pour les fibres. Après teinture, le colorant est réoxydé en sa forme insoluble qui reste emprisonnée dans la fibre. Pour des raisons de facilité d'emploi, les colorants au soufre peuvent être transformés en une forme soluble dans l'eau en traitant le leuco-dérivé avec du sulfite de sodium afin d'obtenir le dérivé thiosulfonique. En général ce type de colorant au soufre solubilisé est commercialisé sous forme liquide.

Les colorants au soufre conduisent à des teintures solides mais avec des nuances le plus souvent ternes.

4 - 3 - 7 - Colorants de cuve. Parmi les colorants naturels, l'INDIGO se distinguait des autres par la nécessité de préparer une "cuve", solution obtenue par réduction alcaline. L'expression "cuve" a été conservée pour désigner toute une série de colorants insolubles dans l'eau mais pouvant se solubiliser par réduction en leuco-dérivés possédant de l'affinité pour les fibres. La teinture se termine par une réoxydation qui ramène le colorant dans la fibre à sa forme insoluble initiale.

Les colorants de cuve ont une bonne résistance aux agents de dégradation. Leurs propriétés les rapprochent des colorants au soufre mais, contrairement à ces derniers, leur constitution est bien définie.

4 - 3 - 8 - Colorants réactifs. Les colorants réactifs constituent la classe la plus récente des colorants. Ils doivent leur appellation à leur mode de fixation à la fibre. Leur molécule contient un groupement chromophore et une fonction chimique réactive assurant la formation de liaisons covalentes avec les fibres. Par exemple réaction avec les groupes hydroxy- de la cellulose ou réaction avec les groupes amino- de la laine et des polyamides. Parmi les fonctions chimiques utilisées, on peut citer les groupements monochlorotriaziniques, dichlorotriaziniques et vinylsulfoniques.

Les colorants réactifs présentent une résistance médiocre au chlore et aux intempéries alors qu'on aurait pu penser à une grande résistance du fait de l'existence d'une liaison covalente entre fibre et colorant.

4 - 3 - 9 - Pigments colorés. Les pigments sont des molécules colorées insolubles dans l'eau et n'ayant aucune affinité pour les fibres. On les utilise en les fixant à la surface des fibres à l'aide d'une résine appelée liant ou en les introduisant dans la masse des fibres artificielles et synthétiques avant le filage. Les pigments sont d'origine très diverses, organique ou minérale.

4 - 3 - 10 - Colorants azoïques insolubles. Il est possible de traiter les fibres textiles à l'aide de produits intermédiaires qui peuvent pénétrer dans les fibres et former in situ un colorant azoïque insoluble emprisonné dans la fibre. Le processus de teinture est basé sur des réactions de diazotation - copulation.

A l'origine, l'une des deux substances était par exemple du β naphthol - le copulant - dont on imprégnait la fibre dans une première étape. L'autre substance était une base aromatique aminée qui était diazotée sous l'action de l'acide nitreux. La matière "naphtholée" était traitée avec la solution de sel de diazonium avec formation du colorant azoïque. La préparation du sel de diazonium nécessitait une basse température d'où l'appellation de "couleurs à la glace".

Les colorants azoïques permettent d'obtenir sur fibres cellulosiques des nuances vives atteignant parfois la solidité des colorants de cuve.

4 - 3 - 11 - Colorants plasto-solubles. L'apparition de l'acétate de cellulose, puis des fibres synthétiques, a posé de nombreux problèmes du point de vue tinctorial et a rendu nécessaire la fabrication d'un nouveau type de colorants. Ces nouveaux colorants sont insolubles et la teinture s'effectue non plus en les solubilisant mais en les mettant en suspension dans l'eau sous forme d'une fine dispersion, d'où le nom de "colorants dispersés" qui leur a été initialement attribué.

Les colorants plasto-solubles sont généralement de nature azoïque ou anthraquinonique. Ils se fixent dans les fibres synthétiques sous la forme d'une solution solide, d'où également leur dénomination de "plasto-solubles".

5 - LES MACHINES DE TEINTURE.

5 - 1 - MACHINE POUR PROCÉDÉS PAR ÉPUISEMENT.

5 - 1 - 1 - Machines dans lesquelles la matière est en mouvement avec le bain immobile.

La machine la plus connue et la plus ancienne est la BARQUE A TOURNIQUET. La barque se compose d'une cuve contenant le bain de, avec un tourniquet qui conduit le matériau à teindre dans le bain.

Un râteau empêche le tissu de se nouer. Le chauffage du bain peut être direct - par injection de vapeur - ou indirect. Il s'agit d'un processus discontinu par pièce de tissu

Voir la figure **18-1**

On trouve également des barques dites "à PALETTE" ou "à ETOILE".

L'arrivée des fibres synthétiques a nécessité la construction de machines de teinture permettant un traitement au-delà du point d'ébullition de l'eau tout en réduisant les consommations importantes en eau. Une machine classique est le JIGGER - discontinu - qui travaille avec un rapport de bain réduit. Le domaine principal du JIGGER est la teinture du coton, de la viscose, des mélanges polyester / coton et du polyamide.

Figure 18 - 1

BARQUE A TOURNIQUET POUR TRAITEMENT EN BOYAUX

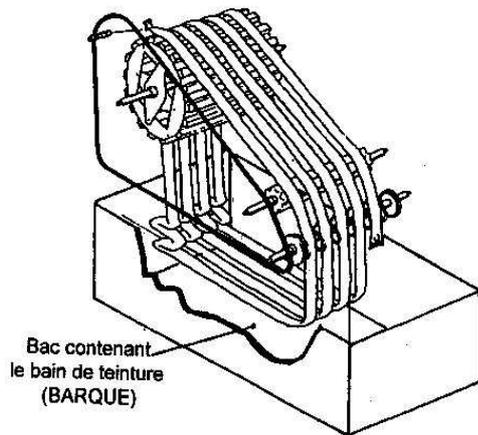
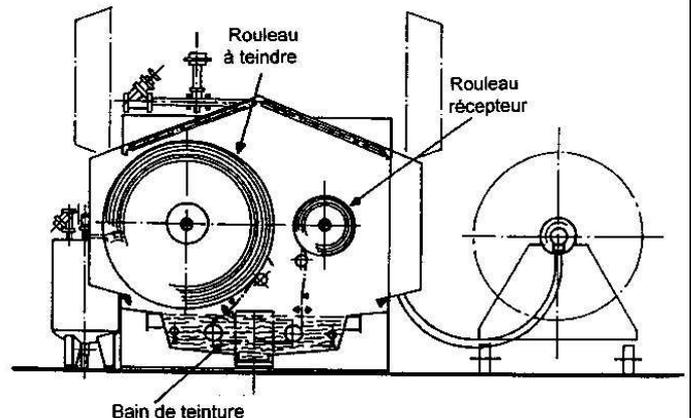


Figure 18 - 2

JIGGER A GRANDE CAPACITÉ



Un JIGGER est constitué d'une enceinte contenant le rouleau de tissu à traiter. Le tissu est appelé vers le bas, par une série de cylindres et à une vitesse comprise entre 10 et 120 m./ min., dans la cuve qui contient le bain de teinture. A la fin du rouleau de tissu, l'avance est arrêtée et un inverseur fait dérouler la pièce en sens inverse dans le bain. On procède ainsi, selon la classe du colorant, à quatre à six passages par aller et retour. La faible tension maintenue pendant le déroulement permet de traiter des articles sensibles aux plis. Voir la figure 18-2

5 - 1 - 2 - Machines dans lesquelles le bain est en mouvement et la matière immobile.

Dans ces machines le tissu n'est pas conduit au travers du bain mais le bain est conduit au travers du tissu. Il s'agit essentiellement des appareils dits "à ENSOUPLE", qui sont en fait des autoclaves pouvant travailler sous pression.

Le tissu est enroulé sur une ensouple perforée et le bain est pompé au travers de cette ensouple, soit de l'intérieur vers l'extérieur, soit de l'extérieur vers l'intérieur. L'enroulement du tissu sur l'ensouple est important car :

- Un enroulement trop serré peut empêcher le passage du bain et provoquer des différences sensibles.
- Un enroulement trop lâche provoquera un déplacement du tissu et un passage irrégulier du bain.

Le sens de passage le plus fréquent est de l'intérieur vers l'extérieur pour éviter l'écrasement de l'ensouple.

5 - 1 - 3 - Machines avec bain et matière en mouvement.

Dans ces machines le tissu est mis en mouvement grâce au bain par l'emploi de tuyères hydrauliques. Suivant le type de tuyères on distingue des machines JET ou OVERFLOW.

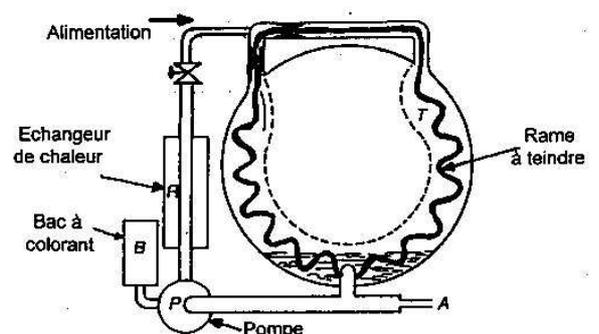
La caractéristique commune est l'obtention d'un faible allongement des différentes qualités de tissus. Ces machines sont donc intéressantes pour le traitement des matériaux élastiques. On les utilise aussi lorsque le matériau est composé de fils texturés et que la teinture doit aboutir à un gonflant et à un toucher doux. Comme la tuyère accélère la circulation du bain et du matériau, on obtient un mouvement relatif de l'un sur l'autre. Ainsi le tissu est porté par un coussin d'eau sur tout son parcours : il subit donc un traitement en douceur.

- Machine Jet : tuyères de type Venturi conduisant à un fort courant de bain

Voir les figures 18-3 et 18-4

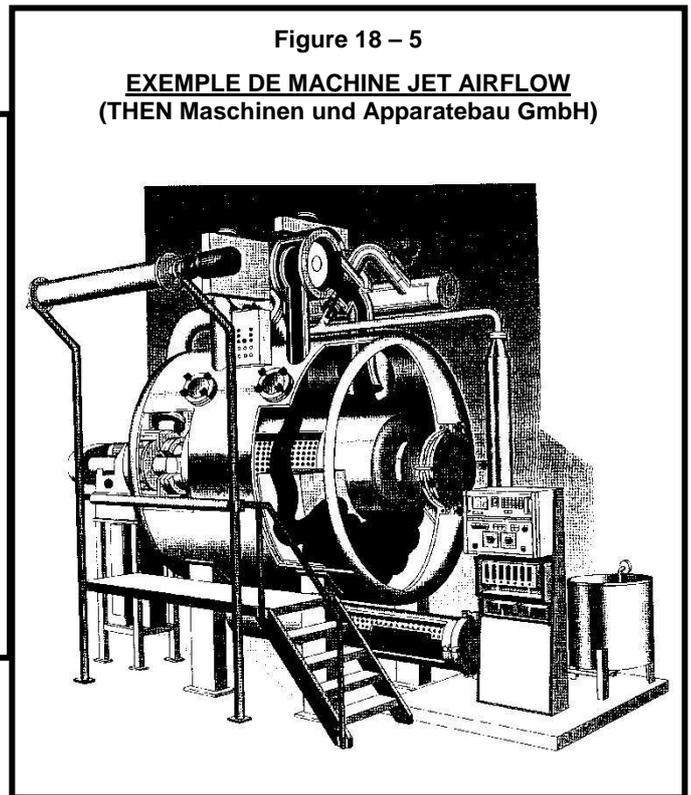
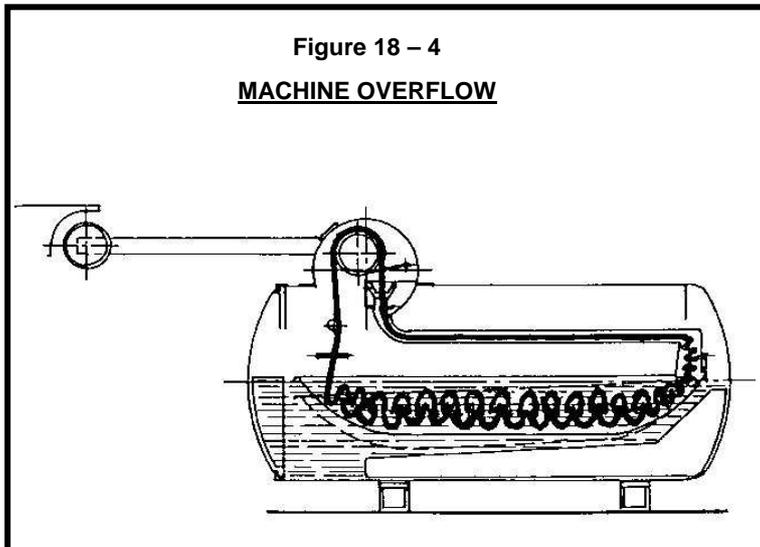
Figure 18 - 3

MACHINE JET



- Machine OVERFLOW : tuyères moins efficaces qui produisent des courants moins intenses de bain.

Voir la figure 18-5



5 - 2 - MACHINES POUR PROCÉDE PAR IMPREGNATION

Le FOULARD est l'appareil le plus courant. Les noms de procédé commencent par PAD (Foulard) et sont complétés par l'indication du système de fixation du colorant. Par exemple PADSTEAM pour la fixation dans un vaporiseur.

Pour le traitement des tissus synthétiques on utilise le terme THERMOSOL, car, après l'imprégnation sur le foulard, il est nécessaire de procéder à un traitement en température sur rame.

Le foulard est en fait une machine très simple, constituée essentiellement de deux rouleaux qui sont pressés l'un contre l'autre. Le bain se trouve dans une cuvette appelée BACHOLLE qui se trouve, soit au-dessus, soit au-dessous des rouleaux. Les utilisations du foulard sont multiples car on peut teindre, apprêter, exprimer l'eau,

Voir la figure 18-6

Un inconvénient du foulard est la flexion des rouleaux sous l'effet de la pression : le centre des rouleaux exprime moins d'eau et il en résulte des variations d'unisson.

Cette flexion peut être annulée dans ses effets avec des rouleaux taillés en cône utilisables pour une pression définie. Cette taille est appelée "bompage".

6 - TEINTURE DES POLYAMIDES.

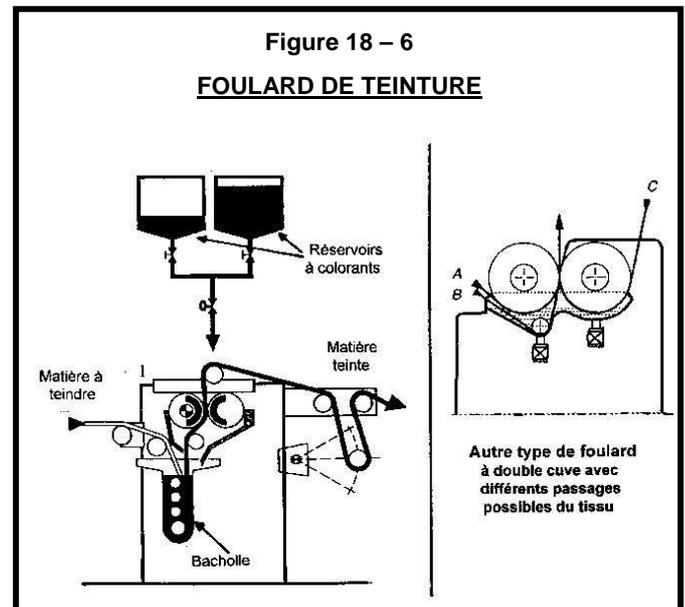
La constitution chimique des polyamides présente une grande analogie avec la laine car on a affaire à une structure polypeptidique. Cependant les polyamides possèdent un nombre plus limité de sites actifs de type $-NH_2$ pouvant fixer les colorants cationiques $R - SO_3$.

Les classes de colorants qui peuvent teindre les polyamides sont les suivantes :

- Colorants dispersés : classe des NYLOQUINONES pour le PA 6-6. La teinture se fait à 100 / 120°C et à pH de l'ordre de 5 à 6.
- Colorants dispersés métallifères 1 / 2.

* Soit par épuisement à 100°C à pH 5 / 6 ou 6 / 7.

* Soit par foulardage / thermofixage. On utilise le colorant en pâte fluide et on fixe à environs 200°C



- Colorants métallifères 1 / 1.

* Teinture à 100°C à pH 5.

* Foulardage, en ajoutant un épaississant au colorant, à température ambiante et pH 5 puis vaporisation à 108°C..

- Colorants acides.

7 - TEINTURE DES POLYESTERS.

Le polyester PET est très difficile à teindre car il est moléculairement très compact et cristallin, il absorbe peu l'eau et ne gonfle pratiquement pas, ce qui limite considérablement la pénétration, la migration et l'affinité des molécules de colorants. Seuls les colorants plasto-solubles ou dispersés sont utilisés pour la teinture du polyester PET selon trois procédés :

- Teinture en plein bain avec véhiculeur à 100°C. Valable pour les mélanges dont l'un des constituants ne supporte pas une température supérieure à 100°C ou si l'on ne dispose pas d'autoclave. Le véhiculeur - qui est un hydrocarbure aromatique halogéné ou de l'orthophénylphénol - distend la structure interne de la fibre, ce qui permet au colorant dispersé de pénétrer plus rapidement. Il faut noter que les véhiculeurs sont une source de pollution.
- Teinture en plein bain à haute température. Pour réaliser une teinture en plein bain du polyester en un temps acceptable sans véhiculeur, il est nécessaire de travailler à 130 - 140°C pendant 1 à 2 heures. Des machines supportant la pression sont donc indispensables.
- Teinture par foulardage / thermofixation. C'est le procédé THERMOSOL breveté par Du PONT vers 1950. Le tissu est foulardé avec une dispersion de colorant plasto-soluble contenant un épaississant. Le tissu séché est ensuite traité de 30 à 60 secondes entre 180 et 200°C. On élimine enfin le colorant mal fixé à la surface des fibres (opération de dépouillement)

On notera que certains producteurs de polyester PET proposent des produits "teignables à basse température" à 100°C sans véhiculeur, par une modification chimique de la structure qui autorise une pénétration plus facile du colorant. (Par exemple par introduction de segments polyoxyéthylène)

8 - TEINTURE DES ACRYLIQUES.

La teinture des fibres acryliques est délicate. C'est ainsi que pour faciliter la teinture, les fabricants ont introduit des copolymères qui confèrent une affinité tinctoriale pour les colorants cationiques. Cependant tous les fabricants de fibres n'utilisent pas les mêmes copolymères et pas à des taux identiques. Le teinturier doit donc connaître l'origine des fibres qu'il doit teindre et leurs propriétés. Une de ces propriétés est le seuil de saturation qui varie avec la composition de la fibre.

Une autre difficulté réside dans le fait que la fibre voit sa structure se relâcher très rapidement dès que la température de transition vitreuse est atteinte, soit environ 80°C. Toute différence de température, même faible, conduira donc à des cinétiques de teinture différentes. Pour améliorer l'unisson, on utilise des agents retardateurs qui sont des produits ioniques freinant la montée du colorant. Il est également important d'utiliser des colorants ayant des affinités voisines :

- Colorants dispersés pour les nuances claires.
- Colorants métallifères.
- Et surtout colorants basiques ou cationiques.

On peut teindre :

- Par épuisement à 100°C et à pH 5, avec une montée en température très contrôlée.
- Par foulardage / vaporisation à la continue mais avec des temps de fixation très longs de l'ordre de 20 à 30 minutes.

9 – TEINTURE DU POLYPROPYLENE.

La teinture directe du polypropylène a toujours été difficile. Cependant de nouvelles approches devraient permettre d'opérer nettement plus facilement. (L'industrie textile – No 1323 – septembre 2000)

L'Institut Allemand des fibres artificielles, à DENKENDORF, a travaillé deux stratégies pour permettre la teinture du PP : la première par modification des colorants dispersés existants, avec des chaînes aux extrémités alkyl pour une meilleure affinité avec la fibre, la seconde par modification du polymère avec un additif à double fonction qui laisse un groupe acide disponible. Cette seconde approche offrirait des teintures intenses avec de très bonnes solidités au mouillé.

10 - TEINTURE DES MÉLANGES DE FIBRES.

La teinture des fibres en mélange pose en général des problèmes plus ou moins complexes et spécifiques si l'on veut obtenir un bon unisson. Nous ne décrivons que deux cas typiques parmi les principaux types de mélanges dans lesquels se trouvent des fibres synthétiques :

- * Polyamide / Laine.
- * Polyamide / Fibres cellulosiques.
- * Polyamide / Acrylique.

- * Polyester / Coton.
 - * Polyester / Laine.
 - * Polyester / Polyamide.
 - * Polyester / Acrylique.
 - * Acrylique / Fibres cellulosiques.
 - * Acrylique / Laine.
 - * Chlorofibres / Fibres cellulosiques.
- etc.

10 - 1 - PREMIER CAS : TEINTURE DE MÉLANGES POLYAMIDE / LAINE.

Il faut généralement teindre ce mélange ton sur ton. Or les colorants anioniques montent sur les deux fibres mais pas à la même vitesse : le polyamide présente au départ plus d'affinité que la laine, mais au fur et à mesure que les groupes -NH₂ du polyamide se saturent, c'est la laine qui va se teindre plus rapidement. On adapte ces affinités différenciées :

- Soit par un agent retardateur qui ralentit la montée des colorants acides sur la laine (Agent à faible caractère cationique)
- Soit par un agent retardateur anionique qui ralentit la montée des colorants acides sur le polyamide.

* Procédé de teinture à deux bains. On teint d'abord la laine avec des colorants acides pour laine, puis ensuite le polyamide dans un deuxième bain avec des colorants dispersés et à 70°C pour éviter l'encrassement de la laine.

* Procédé de teinture à un bain. On utilise des colorants métallifères 1 / 2 avec un retardateur approprié en présence de sulfite de soude et d'acide acétique. On commence à 40°C puis on augmente jusqu'à 98°C pendant 90 min. ou à 105°C pendant 45 à 60 min. On rince ensuite à 60°C.

10 - 2 - DEUXIÈME CAS - TEINTURE DES MÉLANGES POLYESTER PET / LAINE.

Ces deux fibres sont très différentes sur plusieurs points :

- Polyester :
- Fortement orienté.
 - Pas de groupes réactifs pouvant se combiner avec des colorants.
 - Faible absorption d'eau.
 - Emploi de colorants en dispersion et insolubles.
 - Zones de pénétration pour les colorants petites et peu nombreuses.
 - Utilisation de hautes températures de teinture, ou à défaut emploi d'un véhiculeur ("carrier" en anglais).
- Laine :
- Forte absorption d'eau
 - Nombreux groupes réactifs pouvant se combiner avec des colorants.
 - Variations importantes de structure selon l'origine.
 - Dégradation par maintien au dessus de 105 - 108°C.

La grande difficulté de la teinture de ce mélange est, outre l'obtention d'un bon unisson, de conserver des propriétés mécaniques acceptables à la laine. On utilisera donc systématiquement un véhiculeur pour le polyester afin de ne pas travailler à des températures trop élevées.

* Procédé de teinture en deux bains. Après désensimage avec un détergent non ionique, le polyester est teint avec un colorant dispersé et en présence d'un véhiculeur en montant à 100°C et maintien 1 à 2 heures puis refroidissement. Après dépouillement de la laine avec de l'hydrosulfite et un détergent non ionique pendant 15 min. à 50°C, la laine est teinte dans un bain frais avec toutes classes de colorants pour laine.

* Procédé de teinture en un bain. La séquence est la suivante :

- Désensimage du polyester.
- Ajout à 45°C dans le bain du véhiculeur et d'un agent d'unisson si la laine est teinte en métallifère 1 / 2.
- Ajout à 45°C des colorants pour laine et des colorants dispersés préparés séparément puis agitation.
- Montée à 100°C et maintien 1 à 2 heures.
- Refroidissement et lavage avec un détergent non ionique et du pyrophosphate tétra- sodique.
- Après rinçage et séchage, on peut compléter par un traitement thermique rapide (30 secondes maximum à 180°C) sous réserve d'une bonne tenue des colorants dispersés à la sublimation.

11 - APPARITION DE PROCÉDÉS DE TEINTURE EN FLUIDE SUPER CRITIQUE.

Un fluide est dans un état dit "supercritique" lorsqu'il est comprimé et chauffé au dessus de sa pression critique et de sa température critique. Il possède en une seule phase les propriétés d'un liquide et d'un gaz et il se montre en général un très bon solvant. C'est ainsi que le CO₂ et l'eau sont par exemple très intéressants dans des applications impliquant des aliments, des boissons ou des produits pharmaceutiques car ils ne sont pas toxiques, sont ininflammables, peu coûteux et d'accès facile. Le tableau suivant donne les conditions critiques de quelques fluides :

	θ critique (°C)	P critique (bar)		θ critique (°C)	P critique (bar)
Ammoniac	132,4	113,0	Ethylène	9,7	51,2
CO ₂	31,1	73,9	Méthanol	240,0	79,7
Ethane	32,1	49,4	Eau	374,2	222,3

Suite à des travaux menés dans plusieurs Instituts de recherche, on trouve depuis 1995 des propositions pour des installations industrielles de teinture utilisant essentiellement le CO₂ super critique comme milieu de teinture. Le prix prohibitif de telles installations (plusieurs fois le coût d'une installation conventionnelle) n'a pas, à notre connaissance, conduit à des réalisations concrètes.

Les installations sont coûteuses car, dans le cas du polyester par exemple, on opère dans des autoclaves sous 300 bar à 120°C. La figure 18-7 ci-contre donne un schéma de principe d'une installation de teinture utilisant le CO₂ super critique.

La concentration de la liqueur de teinture a récemment été réduite de 10 à 8 kg environ de CO₂ par kilo de fil. Il a été vérifié que le procédé convenait également pour les fibres polyacrylonitriles et acétates.

Une séquence typique est la suivante :

- Extraction des produits auxiliaires (ensimage, ...) pendant 15 minutes.
- Teinture pendant 15 à 60 minutes dont 15 minutes consacrées à la montée en température.
- Extraction du colorant non fixé pendant 10 minutes.

Sur le papier les avantages de ce type de procédé sont cependant nombreux :

- * Pas d'utilisation d'eau, donc pas de génération d'eau polluée à traiter. Ce point est important car les teinturerie sont réputées pour produire de graves pollutions.
- * Durée d'un cycle de teinture très réduite car on utilise des colorants purs et non dilués.
- * Le rinçage final des produits teints n'est plus nécessaire.
- * Après dépressurisation, les autoclaves se retrouvent en milieu gazeux et n'ont pas à être séchés.
- * L'excès de colorant et le CO₂ sont entièrement recyclés.
- * Le CO₂ n'est pas toxique et ne peut pas contaminer les produits traités.

On peut penser que, sous les poussées écologiques, de tels procédés vont se développer dans l'avenir.

12 – LA TEINTURE SANS COLORANTS - Le projet Japonais "PAPILLON"

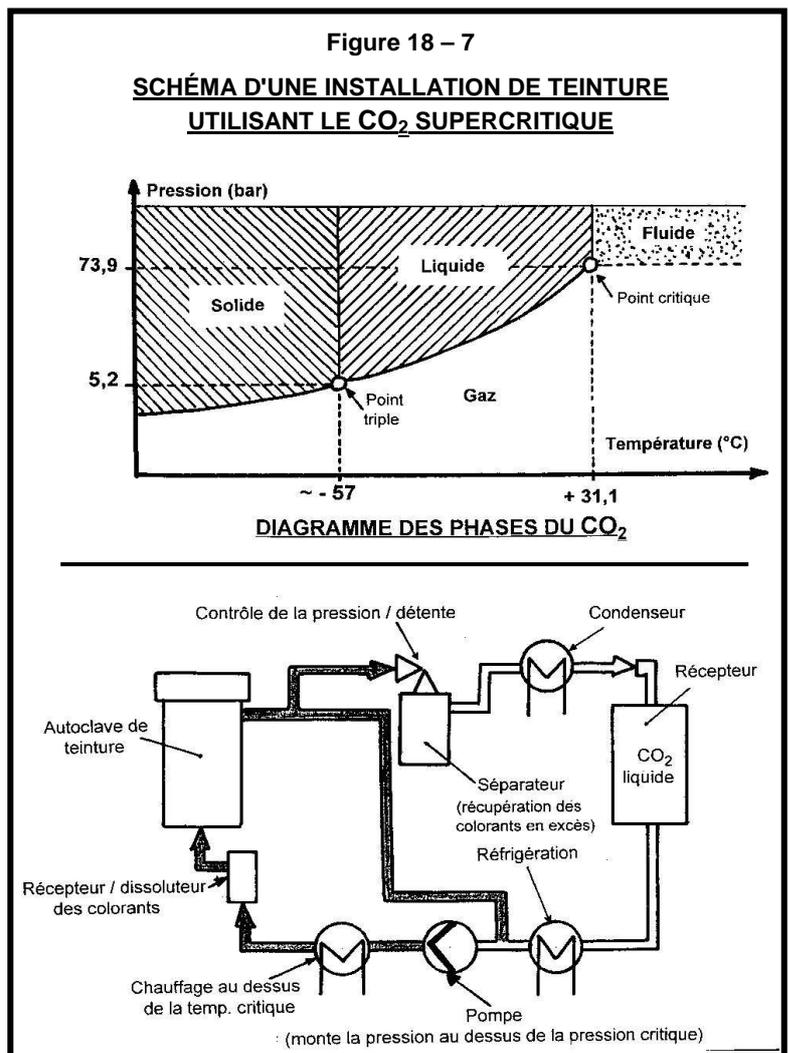
Trois sociétés Japonaises travaillent en commun sur un projet visant à produire des étoffes colorées sur la base des caractéristiques de coloration naturelle du papillon "Morpho sulkowsky" Il s'agit de NISSAN Motor, TEIJIN Ltd et TANAKA Kikenzoku Kogyo (International Textile Bulletin 6/99)

L'équipe du projet a étudié les mécanismes naturels par lesquels ces papillons acquièrent leurs couleurs par un phénomène d'interférence de la lumière réfléchi, grâce à la structure caractéristique à lamelles de leurs écailles de surface.

Les "fibres de rêve" appelées "MORPHOTEX" d'après le nom de l'espèce de papillon, ont une structure en 61 couches composées de polyester et de polyamide placées en couches alternées d'épaisseur strictement contrôlée, comme par exemple 0,07 µm, et variables afin de correspondre aux différentes couleurs. Un écran de polyester recouvre cette structure multicouche. Ce monofilament coloré par interférence de lumière présente une section plate et a un titre d'environ 11 dtex. Il serait cependant possible d'obtenir des filaments de 3 à 5 dtex. La ténacité est de l'ordre de 26 cN./tex, l'allongement varie de 25 à 45% et le retrait eau bouillante varie de 1 à 5%.

La technologie de production des fibres MORPHOTEX est à présent passée du stade expérimental à la phase de pré-production. TANAKA a conçu la filière et TEIJIN a fourni les polymères ainsi que la technologie du filage.

Le ton des couleurs obtenues par interférence de la lumière est pur, métallique et transparent, ce qu'il n'est pas possible d'obtenir avec une autre méthode de teinture, et les couleurs changent d'elles-mêmes selon l'angle d'observation ... de violet à bleu et de vert à rouge.



13 – L'IMPRESSION NUMÉRIQUE.

Bien que ne faisant pas strictement partie du domaine de la teinture industrielle des surfaces textiles, nous mentionnerons néanmoins la **teinture par jet d'encre** avec des machine ressemblant, mais en plus grand, à des imprimantes informatiques de bureau. Pour le moment, étant donné le coût élevé de la technique et la très faible vitesse des processus d'impression, l'impression numérique est réservée à la production d'échantillons de petites tailles. Cependant l'avenir peut changer la donne car les possibilités de diversification sont très vastes si les progrès technologiques rendent l'industrialisation rentable.

Actuellement, deux principes sont mis en œuvre pour projeter le, ou les, colorants sur la surface textile :

- Activation thermique : La formation des gouttes de colorant est obtenue grâce au chauffage, jusqu'à 350°C, d'une résistance électrique au contact avec la buse de projection, ce qui permet la volatilisation d'une petite quantité du colorant liquide. L'arrêt du passage du courant électrique dans la résistance stoppe la volatilisation.
- Activation piézo-électrique : La formation des gouttes est obtenue grâce à la vibration d'un cristal piézo-électrique. Ce cristal a la particularité de se déformer très rapidement à une fréquence de l'ordre de 10 kHz. Il communique sa vibration à un système de projection déformable.

Une gamme de colorants spécifiques commencent à se développer.

Figure 18 – 8

**PRINCIPALES PRODUCTIONS EUROPÉENNES
DE MATIÈRES COLORANTES DE TEINTURE
(L'Industrie Textile – 1289 – juillet/août 1997)**

SOCIÉTÉ	CLASSE	NOMS Commerciaux	FIBRES					OBSERVATIONS		
			Ani- males	Cellulo- siques	Acétate triacét.	PA	PES		PAC	PES/ coton
BASF (regroupe BASF + ZENECA issu de ICI)	Acide et métallifère	Acidol	●			●			Prémétallisé 1/2 et colorant foulon pour laine (haute solidité) et soie	
		Palatin Solide	●						Prémétallisé 1/2 pour laine	
		Lissamine	●			●			Acide pour laine et polyamide	
		Nylomine	●			●			Acide pour soie et polyamide	
	Cationique	Basacryl						●		
		Indanthrene		●						
		Solanthrene		●						
	Cuve	Caledon C		●					Colorant spécifique pour le procédé Compress C	
		Palanil					●		« Luminous » : colorant brillant. E : pour nuances pâles CF : pour haute solidité sublimation C : pour teinture rapide. C-VF/XF/SF : pour haute solidité	
	Dispersé	Dispersol					●			
		Celliton			●					
	Direct	Lurantin		●						
	Mélange	Cottstren						●	Mélange de colorants Indanthrene et de Palanil	
	Réactif	Procion		●					H-E et H-EXL : pour épousé à chaud, MX : pour pad-batch. CX : pour teinture à la continue	
Basilen			●					F et F-M : pour épousé à chaud, F-M : fixation vapeur. F : pour pad batch		
Indigo	Indigo		●							
CIBA SPÉCIALITÉS CHIMIQUES (ex-CIBA-GEIGY)	Acide	Néolone	●						Métallifère. A : acide.	
		Polaire	●						Laine et soie	
		Teclon				●				
		Erionyl				●				
	Cationique	Maxilon						●		
	Chromatable	Eriochrome	●							
	Cuve	Cibanone		●						
	Direct	Solophenyl		●						
	Dispersé	Terasil					●			
		Teratop					●		Automobile	
	Métallifère	Lanacrone	●						Métallifère 1/2 pour laine peignée	
		Irgalane	●						Métallifère 1/2	
		Lanaset	●			●			Métallifère 1/2	
	Réactif	Cibacron		●					P : monochlorotriazine. F/FN : fluorotriazine	
		Lanasol	●						C : bifonctionnel. LS : fluorotriazine Dérivés halogénés de triazine (réactif pour laine)	
	Mélange	Téracoton						●	Mélange colorants de cuve + dispersés	
	CLARIANT (ex-SANDOZ)	Acide	Nylosane				●			
Sandolane			●							
Cationique		Sandocryl						●		
Dispersé		Faron		●			●		E : 98/110°. S : 130/135°. RD : Rapide PES	
Réactif		Dimarène		●					RK : fluorochloro/ymidine. XN : chlorotriazine. P : monochlorotriazine	
Métallifère	Lanasyne	●			●					
Soufre	Diresul		●					Ex-Cardoner, repris par Sandoz (1980)		
CROMPTON & KNOWLES (regroupement C & K + TERTRE + certaines fabrications ZENECA)	Acide	Nylanthrene				●			B : terme générique. BS : soluble à froid. C : haute solidité humide	
		Intracide	●						T : laine et mélange laine/polyamide. F : colorant foulon	
		Stylacryl				●			Colorant pour effet différentiel	
	Cationique	Sevron						●		
	Direct	Intralite Solide		●						
	Dispersé	Intrasil					●			QE : pour nuances claires
		Intrasperse			●					
	Métallifère	Intracide	●							P : métallifère 1/1
		Neutrilan	●							P : métallifère 1/2 exclusivement pour laine
		Neutrilan	●			●				K : métallifère 1/2 non sulfoné. M : métallifère 1/2 disulfoné S : métallifère 1/2 monosulfoné
Réactif	Intrafast	●							Réactif pour laine	
	Intracron		●						C : fixation à froid	
Spécialité	Altcolène								Colorant pour polypropylène modifié	

COLORANTS CATIONIQUES = COLORANTS BASIQUES

Suite page suivante.

SOCIETE	CLASSE	NOMS Commerciaux	FIBRES				OBSERVATIONS	
			Ani- males	Cellulo- siques	Acétate triacét.	PA PES PAC PES coton		
DYSTAR (regroupe BAYER et HOECHST)	Acide	Telon	●			●	Telon : milling. Telon A : halfmilling	
		Supranol	●			●		
	Azoïque formé sur fibre	Naphtol		●				
		Base/sel		●				
	Chromatable	Diamant	●					
	Cationique	Astrazon				●		
	Cuve	Indanthren		●			Colloidal : teinture	
	Direct	Sirius		●				
	Dispersé	Resolin			●		●	
		Dianix			●		●	
	Métallifère	Isolan	●			●		Métallifère 1/2. S : haute solidité. K : soluble à froid
		Remazol H		●				Réactifs chauds
	Réactif	Levafix		●				Réactifs spéciaux pour laine
		Realan	●					
	Phtalocyanine (développée sur fibre)	Phtalogène		●				
		Hydron		●				
	Soufre	Cassulfon		●				Colorant pré-réduit
		Hydrosol		●				Colorant hydrosoluble
		Immédial		●				
	Pigment	Imperon		●			●	
		Acramin		●			●	
HOLLIDAY	Acide	Elbenyl				●		
		Elite	●			●		
	Dispersé	Supracet		●				
		Polycron					●	
	Cationique	Panacryl					●	
Métallifère	Elbelan	●						
ROBINSON	Soufre	Sulphol		●			Q Liquide : forme pré-réduite	
		Sulphosol		●			Soufre soluble	
ROHNER	Naphtol base	Naphtanilide		●				
		Base Solide		●				
		Sel solide Diazo		●				
STEINER	Acide	Acide	●					
		Hélicide	●					
		Sulfone	●					
	Direct	Direct		●				
	Dispersé	Dispersyl			●			
		Estaramyl					●	
	Métallifère	Stenochrome	●					Métallifère 1/1
		Stelane S	●			●		Métallifère 1/2
Chromatable	Chromacide	●						
Réactif	Stenactif		●				Vinylsulfone	
VIOCHROM	Cationique	Viocryl					●	A : colorants pour fibres aramide
		Viospers		●		●		LFS : pour articles automobile
YORKSHIRE	Acide	Novaryl				●		
		Serilan	●					Soie naturelle
	Cationique	Yoracryl					●	
	Direct	Benzamil		●				
	Dispersé	Serisol			●			
		Serilène					●	
	Métallifère	Serimet	●			●		
Réactif	Yoracron		●				V : vinylsulfone. E : chlorotriazine. BF : bifonctionnel	

COLORANTS CATIONIQUES = COLORANTS BASIQUES