

LE NYLON EN CONSERVATION-RESTAURATION : DE SA FABRICATION À SON VIEILLISSEMENT

Mylène Ducharme

Résumé

Le nylon est une fibre textile synthétique inventée au XX^e siècle. Grâce à sa popularité, notamment due à ses caractéristiques physico-chimiques, de nombreux objets dans les collections muséales en sont composés. La fibre de nylon est également utilisable en conservation-restauration. Malgré sa grande résistance au vieillissement, le nylon peut se dégrader. C'est le cas d'un prototype de robe de mariée en nylon conservée au palais Galliera. Des tests de vieillissement artificiels ont été réalisés afin de comprendre le processus de dégradation lié et tirer des conclusions sur l'histoire du stockage de la robe.

Abstract Nylon is a synthetic textile fibre invented in the 20th century. Owing to its popularity, particularly due to its physico-chemical properties, many objects in museum collections are composed of it. The nylon fibre is also used in conservation-restoration. Despite its high resistance to aging, nylon can undergo degradation. This is the case with a prototype nylon wedding dress preserved at the Palais Galliera. Artificial aging tests were carried out to understand the associated degradation process and to draw conclusions regarding the dress's storage history.

Resumen El nylon es una fibra textil sintética inventada en el siglo XX. Gracias a su popularidad, en particular a sus características físicoquímicas, compone muchos objetos ahora en las colecciones de museos. La fibra de nylon también se puede utilizar en conservación- restauración. A pesar de su gran resistencia al envejecimiento, el nylon puede deteriorarse. Este es el caso con un vestido de novia prototipo en nylon que pertenece al Palais Galliera. Se han realizado pruebas de envejecimiento artificial para comprender el proceso de degradación vinculado y sacar conclusiones sobre la historia del almacenamiento de la vestimenta.

Mots-clés nylon, polyamide, polyamide 6.6, cigaline, fibres textiles, vieillissement artificiel

Introduction

Le nylon est un matériau utilisé en conservation-restauration pour sa stabilité dans le temps, sa transparence et sa grande résistance à l'abrasion et à la traction. Le fil de nylon (ou de pêche) est un outil polyvalent pour tous les restaurateurs, utilisé à la fois pour les restaurations, les conditionnements et les mises en exposition. Les restauratrices de textiles utilisent également le tulle de nylon, notamment pour les restaurations en transparence. Il existe cependant des cas d'objets en nylon qui se dégradent de manière spectaculaire, c'est le cas d'une robe de Madame Grès, entièrement réalisée dans une étoffe de nylon, nommée la cigaline. Cette robe, conservée au palais Galliera, a fait l'objet d'étude pour le mémoire *Gris de Grès* soutenu à l'Institut national du patrimoine (INP) en septembre 2022 (Ducharme, 2022).

Afin de comprendre le matériau, il sera ici question de l'historique de l'invention de la fibre de nylon jusqu'à son insertion dans les maisons de haute couture. Les processus de fabrication et d'altération permettent de comprendre l'ensemble de son vieillissement. Le cas particulier de la robe en cigaline vient compléter l'ensemble avec une dégradation spectaculaire, peu commune, de ce matériau.

Historique du matériau

Création d'une fibre nouvelle

Les fibres chimiques, fabriquées par l'homme, apparaissent dès la fin du XIX^e siècle. Issues de matières naturelles, elles ont été inventées dans le but d'imiter la soie. Fabriquées à base de matériaux protéiniques ou cellulotiques, ces nouvelles fibres étaient qualifiées de « soie artificielle », quels que soient leur procédé de fabrication ou la matière naturelle de laquelle elles étaient issues. Rapidement, le consommateur restait dans l'ombre face à ce qu'il achetait réellement. Ces fibres nouvelles étaient alors perçues comme une alternative bas de gamme à la soie naturelle.

Durant la recherche et dès les débuts de la commercialisation du nylon, l'entreprise Dupont de Nemours commercialise la fibre pour elle-même, en lui définissant son identité propre (Handley, 1999). À coup de publicités, l'entreprise américaine crée une convoitise autour de cette nouvelle fibre : la première fibre synthétique, issue de la pétrochimie. Ne voulant pas qu'elle subisse le même sort que les soies naturelles, Dupont de Nemours s'acharne à la distinguer des autres fibres pour en faire une fibre de choix, de modernité, voire de luxe.

Utilisations

En 1939, Dupont de Nemours présente le bas nylon à la 1939 *New York World's Fair*; la fibre, très résistante, ravit les consommatrices (Handley, 1999). Le nylon suscite l'intérêt de la gent féminine et la fibre trouve rapidement sa place dans les foyers américains avec des bas nylon, de la lingerie, des jupons, des chemises de nuit, etc. Avec ses nombreuses publicités, la société Dupont attise l'intérêt des consommatrices en vantant les qualités du nylon : grande résistance, légèreté, coloris vifs, facilité d'entretien : infroissable, insalissable et séchage rapide (Handley, 1999) : de quoi plaire à toutes les ménagères.

Cette fibre, commercialisée peu de temps avant l'entrée en guerre des États-Unis, a été amenée à contribuer à l'effort de guerre. Sa grande résistance à l'abrasion et aux intempéries en fait un matériau de choix pour les parachutes, les sangles et les câbles de sécurité. Aussi rapidement que la fibre est commercialisée, elle disparaît des rayons. Malgré son apparition et sa disparition rapides, le nylon ne perdra pas en popularité et « une fois la guerre finie, les femmes vont se ruer sur les bas nylon, synonymes d'une nouvelle liberté » (Fauque, Bramel, 1999).

Le nylon est naturellement de couleur blanche et translucide. Les parachutes abandonnés par les parachutistes pendant et après la guerre sont récupérés et remaniés. De nombreuses femmes profitent de ces laizes de tissu blanc pour confectionner leur robe de mariée. Nombreuses sont les collections muséales à en conserver¹.

¹ En France, on en retrouve au Mémorial de Caen, au musée de la Résistance de l'Ain, au musée du Débarquement d'Utah Beach, à l'Airborne Museum et dans les collections familiales.

Le nylon est par ailleurs plus blanc que les fibres naturelles. Le coton, comme la soie, est naturellement écru et doit subir des blanchiments pour atteindre une blancheur qui ne rivalise pas avec celle du nylon.

Haute-couture et le pari de Dupont

En parallèle, et afin d'associer la fibre de nylon à l'élégance et à l'innovation (Handley, 1999), Dupont de Nemours contacte les fabricants de tissus où s'approvisionnent les grands couturiers. La malléabilité du nylon en faisait une fibre innovante et les fabricants de tissu l'ont déclinée en de nombreuses étoffes. C'est une époque marquée par l'innovation et les recherches scientifiques, développant à la fois de nouvelles étoffes et de nouveaux procédés d'ennoblissement textiles (Guillaume, 2000).

La maison Bucol

La maison de soierie Bucol est l'une des premières à innover avec la fibre de nylon. Dès la fin des années 1940, ce fabricant propose des étoffes gaufrées et transparentes aux maisons de haute-couture et aux particuliers. Leur première étoffe en nylon, le cracknyl, est rapidement suivie par l'invention du voilnyl, du crepnyl, du lucionyl et de la cigaline (**fig. 1**). Toutes ces étoffes de nylon présentent des particularités différentes par leur relief ou encore leur transparence. Issues de la même fibre, elles se distinguent les unes des autres par leur mode de tissage, puis par leurs déclinaisons, avec des ennoblissements et des apprêts. C'est le cas de la cigaline enduite, le cigalack, « une cigaline d'intempérie ».



Figure 1 Cigaline de Bucol © Mylène Ducharme.

Les maisons de haute couture et les publicités

Les étoffes de nylon ont séduit les maisons de haute couture par leur aspect, leur modernité et l'innovation qu'elles représentaient. Ainsi, pour reprendre l'exemple de la maison Bucol, de nombreuses pièces griffées Balenciaga sont composées de cracknyl dès sa commercialisation (Fauque, Bramel, 1999). Lors de la sortie de la cigaline, ce même couturier s'empresse de l'utiliser pour sa collection suivante. Yves Saint-Laurent, Maggy Rouff, Chanel, Dior, Madame Grès, Lanvin et bien d'autres la déclinèrent, usant de son tombé et de sa transparence. Les magazines de mode de l'époque en répertorient de nombreuses créations.

En effet, les étoffes utilisées par les grands couturiers étaient mentionnées dans les magazines de mode tels que *Vogue*, *L'Officiel*, *Harper's Baazar*, etc. Les nouveaux modèles de la saison étaient présentés dans les magazines et le tissu figurait dans la légende, tout comme les labels (Nylfrance pour le nylon). Ainsi, les couturières ou les particuliers pouvaient se procurer les mêmes étoffes pour leurs créations maison. Les tissus en nylon se sont ainsi fait une place dans le secteur de la mode.

La fibre de nylon

La fabrication du fil de nylon, son mode de synthèse et les traitements chimiques qu'il reçoit caractérisent ses propriétés physico-chimiques. Bien qu'il puisse être ardu de connaître la composition exacte d'une fibre, celle-ci détermine ces caractéristiques et sa résistance au vieillissement. Du procédé de fabrication à ses apprêts et à ses ennoblissements, la fibre de nylon sans additifs possède des caractéristiques précises.

Les polyamides

Le polyamide est souvent appelé à tort nylon. Effectivement, le nylon est un type particulier de polyamide. Il s'agit du polyamide 6.6, la première fibre de polyamide inventée par Dupont en 1938. Suite à son invention, la famille des polyamides s'est élargie avec le polyamide 4, le polyamide 6, le polyamide 6.10, le polyamide 11, le polyamide 12, etc. Ils sont tous composés de chaînes de polymères liées par des liaisons amide (-NH-CO-). Le chiffre ou le nombre indiqué dans le nom des différents polyamides indique le nombre d'atomes de carbone contenus dans la chaîne moléculaire. La majorité des polyamides sont polymérisés par polycondensation, mais certains, comme le polyamide 6, sont produits par polyaddition. Les polyamides les plus courants dans le domaine du textile sont le polyamide 6, le polyamide 6.6 et le polyamide 11 (**fig. 2**).

Nom (symbole)	Nom (UIPAC)	Noms commerciaux	Mode de synthèse	Produits
Polyamide 6 (PA 6)	Poly-caprolactame	Perlon, Celon Polyfibres, Lilion	Polyaddition d'un lactame	Amino-acide + lactame
Polyamide 6,6 (PA 6,6)	Poly-hexaméthylène adipamide	Nylon, Nylfrance	Polycondensation d'un diacide avec une diamine	Acide adipique +hexaméthylène diamine
Polyamide 11 (PA 11)	Poly-undécaneamide	Rilsan	Polycondensation d'un acide aminé	Huile de ricin

Figure 2 Les polyamides les plus fréquents dans le domaine des textiles. © Mylène Ducharme.

Processus de fabrication de la fibre

Le polyamide 6.6, le nylon, est produit par polycondensation d'hexaméthylènediamine avec de l'acide adipique. Le polyhexaméthylène adipamide $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}]$ se présente sous la forme de granules avant d'être filé.

Le fil de polyamide est formé par un filage au fondu : les granules sont fondus et la masse liquide est extrudée en passant à travers les pores d'une filière. Les fils issus sont alors refroidis et étirés à froid. Ce même procédé est utilisé lors de la fabrication de nombreuses fibres synthétiques, telles que le polyester (Weidmann, 2024).

Traitement de la fibre et des tissus

Avant le passage de la masse fondue de nylon dans la filière, de nombreux additifs peuvent y être ajoutés. Ceux-ci peuvent impacter la couleur (agents azurants, blanchissants, matifiants) et les propriétés du nylon, tels que des agents anti-odeurs, anti-taches, antistatiques ou ignifugeants (Inderfurth, 1953). Ces traitements sont dans « la masse », c'est-à-dire qu'ils ont été ajoutés dans la masse liquide du polymère avant l'extrusion du fil et refroidissement. Ces additifs sont alors intrinsèques au matériau.

Des apprêts et ennoblissements peuvent être réalisés suite au tissage des fils de nylon. Ils sont généralement moins stables et plus sensibles aux dégradations, car ils sont déposés sur le tissu et ne pénètrent pas au cœur de la fibre. L'ensemble des produits (fig. 3) pouvant être ajoutés dans la fibre ou sur le tissu de nylon est vaste et ils influencent le vieillissement du matériau.

Apprêts et ennobissements	Produits possibles
Blanchiment	Charge minérale
Teinture / azurant	Colorant, pigment
Matage	Oxyde de titane
Anti-taches / oléofugation	Composés à base d'huile organique, résines, de silicone ou fluorées
Anti-odeur / biocides	Composés organiques de zinc, composés organiques d'étain, dichlorophényl-esters, dérivés de benzinidazole, triclosan et isothiazolinone
Ignifugation	Brome / chlore ou oxydes de phosphine et les esters de phosphate
Antistatisme	Composés d'ammonium quaternaire ou esters d'acide phosphorique

Figure 3 Les apprêts et ennobissements possibles sur le nylon. © Mylène Ducharme.

Caractéristiques du nylon

Le nylon est un thermoplastique, c'est-à-dire qu'il peut être refondu et refilé/moulé. Lors de sa fabrication, le fil de nylon s'approprie ses caractéristiques physico-chimiques. Lorsque le fil est extrudé, les chaînes moléculaires s'organisent à la fois en zones cristallines et en zones amorphes. Le moment de l'étirage et du refroidissement détermine de nombreuses caractéristiques du nylon : lors de ce processus, les chaînes moléculaires s'alignent et le taux de zones cristallines augmente. Le taux de cristallinité augmente alors de 30 à 50 % (Timár-Balázsy, Eastop, 1998). Le polyamide est ainsi un semi-cristallin.

Les zones amorphes lui confèrent une bonne élasticité, sa transparence et une certaine hygroscopicité. Ce sont ces zones qui sont sensibles aux facteurs de dégradation tels que les polluants, l'eau et l'oxygène. Les zones cristallines génèrent quant à elles la résistance, la solidité, la rigidité et la brillance de la fibre. Elles sont chimiquement plus stables que les zones amorphes et résistent ainsi mieux au vieillissement.

Processus de dégradation

La fibre de polyamide 6.6 est reconnue pour sa grande résistance à la traction, à l'abrasion et à l'usure. Certains facteurs de dégradation peuvent cependant entraîner un processus d'altération irréversible. On note parmi les dégradations du nylon, une décoloration ou un assombrissement de la fibre et une fragilisation de celle-ci avec apparition de pertes, de fentes et de lacunes.

Comme la majorité des fibres naturelles ou chimiques, le nylon est sensible à la lumière, à l'humidité relative, à la chaleur et aux polluants atmosphériques. Bien que moins sensible que la majorité des fibres, le nylon peut être altéré par ces facteurs de détérioration s'il y est longtemps exposé.

La chaleur

La chaleur peut provoquer une perte de résistance et une décoloration induite par une thermo-oxydation (Diogo, 2015). Cette sensibilité à la chaleur est induite par le procédé de fabrication lors duquel se forment des radicaux libres issus de la présence d'hydroperoxydes et de composés carbonylés. Ceux-ci entraînent une réaction en chaîne d'hydroperoxydes qui provoque une perte de résistance mécanique (Mather, 2015).

L'oxydation des fibres peut également se traduire par une décoloration. Celle-ci est induite par la formation de groupes azométhine en réaction avec les groupes amines oxydés du polymère.

La lumière et les ultra-violets

La photo-oxydation se traduit par une perte de résistance mécanique. La lumière et les UV induisent des ruptures de chaîne et la création de radicaux libres qui dissocient les liaisons chimiques dans les chaînes moléculaires localisées dans les zones amorphes du polymère (Angelloz, Caramaro, Laine, Vaija, 2016).

Les additifs présents dans la fibre peuvent influencer la sensibilité à la lumière du nylon. L'oxyde de titane, souvent utilisé pour blanchir ou matifier les fibres, est le principal catalyseur. Cet additif peut provoquer une sensibilisation à la photo-oxydation, les radicaux libres formant des groupes aldéhydes et d'acide carboxylique qui fragilisent la fibre (Mather, 2015).

L'humidité

La fibre étant hygroscopique suite à la présence de zones amorphes, elle est sensible à l'humidité relative instable (Mather, 2015). De plus, le nylon étant produit par condensation, s'il est exposé à une température élevée (plus de 150°C), la réaction inverse de la condensation, l'hydrolyse, peut se produire.

Les polluants atmosphériques

Les polluants atmosphériques tels que dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, sulfure d'hydrogène, formaldéhyde, etc. peuvent catalyser l'oxydation des fibres induite par la thermo-oxydation ou la photo-oxydation (Timar-Balazsy, Eastop, 1998).

Étude de cas - robe en cigaline de Madame Grès, mémoire de fin d'études en Conservation-restauration

Le prototype de robe de mariée de Madame Grès ([fig. 4](#)) datant de sa collection printemps/été 1960 et provenant de la collection du palais Galliera, a été étudié pour un mémoire de l'Institut national du patrimoine (Ducharme, 2022). Cette robe, fabriquée dans une étoffe de cigaline, présentait un état de dégradation avancé déjà observé au moment de son acquisition en 2016 ([fig. 5](#)).



Figure 4 Prototype de robe de mariée, Madame Grès, collection printemps/été 1960. © INP Chloé Bernard.



Figure 5 Dégradation de l'étoffe de cigaline sur le prototype. © Mylène Ducharme.

Composition de la fibre

La fibre a été analysée afin de déterminer sa composition. Les magazines de mode de l'époque présentant des pièces en cigaline indiquaient le label « Nylfrance » et les archives du fabricant² nous indiquaient qu'il s'agissait bel et bien de polyamide. Les analyses de spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) nous ont confirmé qu'il s'agissait de polyamide 6.6. Les analyses de microfluorescence X (MFX) nous ont, quant à elles, indiqué la présence d'oxyde de titane dans les fibres (Ducharme, 2022)³.

Dégradations observées

À son arrivée à l'INP, la robe de mariée était dans un mauvais état de conservation. Elle présentait de nombreuses déchirures, des zones lacunaires et des fentes localisées dans le haut de la robe, des effilochures et des décousures. Un empoussièrément généralisé hétérogène altérait sa lisibilité.

Les zones lacunaires et les fentes observées semblaient intrinsèques au matériau. Comme indiqué dans les processus de dégradation du nylon, plusieurs paramètres pouvaient être la cause des ruptures de chaînes moléculaires ayant entraîné la fragilisation des fibres, les pertes de matière, les fentes et les lacunes.

² Les archives Bucol, incorporées au groupe Holding Textiles Hermès, conservent les robracks des différentes gammes de cigaline.

³ Rapport d'analyses INP-2021-89 produit par le laboratoire de l'INP (Ducharme, 2022, p. 184).

Vieillessement de la cigaline

Afin de s'assurer de la compatibilité des produits de lavage avec l'étoffe de cigaline altérée, des tests d'empoussièrement et de vieillissement ont été réalisés sur des éprouvettes découpées dans une étoffe de cigaline ne présentant aucune dégradation. Cette étoffe a été préalablement analysée afin de vérifier qu'elle était bien de composition identique à celle de la pièce de Madame Grès. Afin de comprendre le cycle d'altération ayant provoqué la fragilisation de l'étoffe, nous avons procédé à plusieurs cycles de vieillissement artificiel sur les éprouvettes de cigaline en bon état. Ils nous ont permis d'obtenir des détériorations similaires à celles des zones lacunaires de la robe à l'étude (Ducharme, 2023).

Quatre jeux d'éprouvettes ont subi différents cycles de vieillissement artificiel. Les quatre ont subi le même temps d'exposition (206 heures).

Dans le but d'observer les effets de la lumière, le premier jeu a été exposé à un vieillissement à la lumière dans l'enceinte de SUNTEST XLS + à 756 W/m^2 à 35°C (paramètre maximal de la machine).

Dans le but d'observer les effets de la chaleur et de l'humidité, le second jeu a été exposé à un vieillissement en chambre climatique alternant 2 séquences de température et d'humidité relative : 4 heures à 25°C et 90 % d'humidité, suivi de 20 heures à 50°C et 50 % d'humidité relative. Ces séquences ont été répétées et arrêtées au bout des 206 heures.

Dans le but d'observer les effets de la lumière, puis de la chaleur et de l'humidité, le troisième jeu a été exposé pendant 103 heures à la lumière dans l'enceinte de SUNTEST XLS + à 756 W/m^2 à 35°C , puis à la chaleur et l'humidité pendant 103 heures avec les séquences de 4 heures à 25°C et 90 % d'humidité, suivi de 20 heures à 50°C et 50 % d'humidité relative.

Enfin, dans le but d'observer les effets de la chaleur et de l'humidité puis de la lumière, le quatrième jeu a été exposé à un vieillissement en chambre climatique alternant 2 séquences de température et d'humidité relative : 4 heures à 25°C et 90 % d'humidité, suivi de 20 heures à 50°C et 50 % d'humidité relative puis pendant 103 heures à la lumière dans l'enceinte de SUNTEST XLS + à 756 W/m^2 à 35°C (fig. 6).

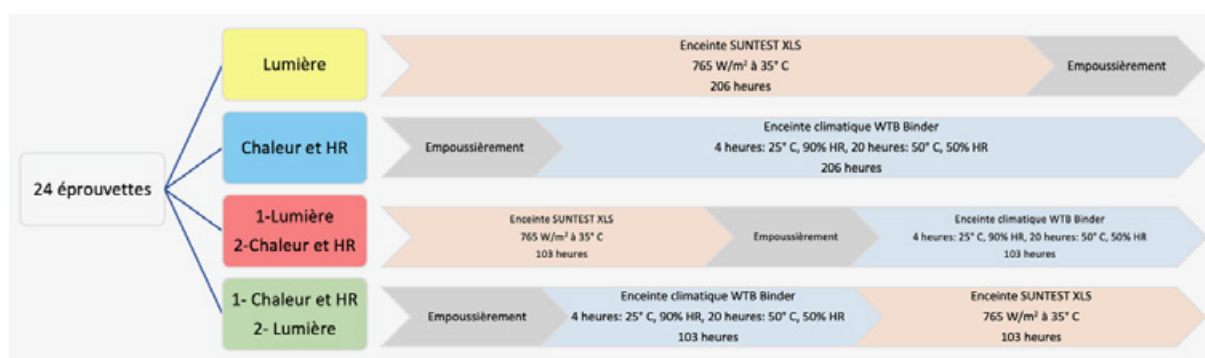


Figure 6 Séquences de vieillissement des éprouvettes. © Mylène Ducharme.

L'hypothèse des cycles d'altération menant à la fragilisation des fibres était que l'un des procédés d'altération en catalysait un autre, tel la thermo-oxydation qui engendrait ensuite une photo-oxydation ou encore l'inverse.

À la fin des différents cycles, les éprouvettes présentant une fragilisation des fibres étaient celles qui sortaient d'un vieillissement à la lumière de 206 heures (premier jeu). Ce lot

d'éprouvettes présentait également une décoloration importante (fig. 7). Le second jeu ne présentait aucune fragilisation évidente et aucune décoloration. Le troisième et le quatrième jeu présentaient une certaine fragilisation et une décoloration.



Figure 7 Éprouvettes du lot 1 après vieillissement, de gauche à droite : aucune traction, légère traction manuelle et traction manuelle maximale. © Mylène Ducharme.

Suite à ces vieillissements, nous avons pu conclure que le prototype de robe de mariée a été exposé longtemps à la lumière avant d'être acquis par le palais Galliera. Une charge d'oxyde de titane avait été analysée à la MFX. Il est possible que cette charge ait catalysé la dégradation de la fibre de la cigaline à la lumière.

Conclusion

En conclusion, la fibre de nylon, de polyamide 6.6, a une histoire intimement liée à la mode et à l'habillement. Malgré sa grande solidité, elle a servi à produire de délicates et élégantes étoffes. Son procédé de fabrication lui confère des caractéristiques qui sont intéressantes pour les équipements de sécurité tels que des sangles et des câbles. Néanmoins, le nylon peut être altéré et la robe de mariée créée par Madame Grès en est un exemple. Probablement catalysée par la présence de charges, la dégradation observée est spectaculaire et peu commune sur la fibre de nylon.

La robe de mariée a été restaurée à l'INP. Elle a été lavée en bain, dans une formulation d'eau de lavage au préalable testée (Ducharme, 2023), puis elle a été restaurée selon les techniques de restauration classiques : consolidation aux points de restauration pour les zones lacunaires et déchirées, points de feston pour les effilochures et réassemblage des coutures au point avant. La pièce a regagné les réserves du palais Galliera en 2022 et peut de nouveau être présentée au public en prenant des précautions particulières du point de vue de son éclairage.

Références bibliographiques

Angelloz C., Caramaro L., Laine P. et al. (2005), *Comportement au vieillissement de fibres textiles synthétiques composantes de sangles, élingues et cordes toronnées*, Institut national de recherche et de sécurité (INRS), 35 p.

Arrieta C. (2016), *Étude sur le vieillissement, la dégradation et la durée de vie des équipements de protection contre les chutes - cordes d'assurance* [en ligne], rapport R-925, Québec, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), 98 p. Disponible sur : <http://deslibris.ca/ID/10063042.L> (consulté le 21 novembre 2021).

Ducharme M. (2022), *Étude et conservation-restauration d'un prototype de robe de mariée réalisé par Madame Grès, collection printemps/été 1960 (musée de la Mode de la ville de Paris, palais Galliera), Évaluation de l'efficacité et de l'impact du lavage aqueux sur une étoffe en polyamide altérée*, mémoire de diplôme de Restaurateur du patrimoine, Aubervilliers, Institut national du patrimoine, 204 p.

Ducharme M. (2023), « Évaluation de l'efficacité et de l'impact du lavage aqueux sur une étoffe en nylon empoussiérée et vieillie artificiellement », *Support/Tracé*, N° 22-23, p. 183-189.

Diogo O. (2015), *Thermo-oxydation des polyamides*, thèse de doctorat, ENSAM, 208 p. Disponible sur : <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01346299>.

Eichhorn S., Hearle J., Jaffe M., Kikutani T. (2009), *Handbook of textile fibre structure*, Cambridge, Woodhead Publishing.

Fauque Cl., Bramel S. (1999), *Une seconde peau : fibres et textiles d'aujourd'hui*, Paris, Éditions. Alternatives, 164 p.

Guillaume V. (2000), *Mutation// Mode, 1960-2000*, catalogue d'exposition, musée Galliera, Paris, Paris Musées.

Handley S. (1999), *Nylon: the manmade fashion revolution; a celebration of design from art silk to nylon and thinking fibres*, London, Bloomsbury, 192 p.

Inderfurth K. (1953), *Nylon technology*, Textile technology series, New York, McGraw-Hill, 360 p.

Mather R.R., Wardman R.H. (2015), *The chemistry of textile fibres*, Cambridge, Royal Society of Chemistry, 439 p.

Moezzi M., Yekrang J., Ghane M., et al. (2020), « The effects of UV degradation on the physical, thermal, and morphological properties of industrial nylon 66 conveyor belt fabrics », *Journal of industrial textiles*, Vol.50, N° 2, p. 240-260.

Quye A. (2014), « Factors influencing the stability of man-made fibers: A retrospective view for historical textiles », *Polymer Degradation and Stability*, Vol.107, p. 210-218.

Tímár-Balázs Á. (2000), « Wet cleaning of historical textiles: surfactants and other wash bath additives », *Studies in Conservation*, Vol. 45, N° 1, p. 46- 64.

Tímár-Balázs Á., Eastop D. (1998), *Chemical principles of textile conservation*, Oxford, Boston, Butterworth-Heinemann, 480 p.

Weidmann D. (2024), *Technologie des textiles : de la fibre à l'article*, Paris, Dunod, 240 p.

L'auteur

Mylène Ducharme Conservateur-restaurateur indépendante, spécialité Arts textiles, Paris
mylene.ducharme@gmail.com