



L'innovation chimique redonne une seconde vie aux textiles

Marion NÉGRIER

Résumé La valorisation de la matière s'impose aujourd'hui comme l'un des grands défis du développement durable à l'échelle mondiale. Lorsque la réutilisation atteint ses limites, le recyclage et le surcyclage ouvrent la voie à des transformations plus vertueuses des déchets, capables de redonner de la valeur à ce qui semblait perdu. Dans ce contexte, le textile, et particulièrement les mélanges de fibres, fait l'objet de nombreuses recherches et projets innovants. L'objectif est clair : révéler le potentiel de cet immense gisement de matière première encore sous-exploité. Grâce à la chimie, en repensant le devenir de ces ressources, il devient possible de réduire l'empreinte environnementale de l'industrie textile tout en préservant nos ressources naturelles.

Mots-clés **Recyclage chimique, cellulose, valorisation, déchet textile.**

Abstract **Chemical innovation gives a second life to textiles**

Material valorization has become one of the major challenges of sustainable development on a global scale. When reuse reaches its limits, recycling and upcycling offer more virtuous ways to transform waste, restoring value to materials that once seemed lost. In this context, textiles, particularly fiber blends, are the focus of numerous research efforts and innovative projects. The objective is clear: to unlock the potential of this vast yet underexploited source of raw material. Thanks to chemistry, by rethinking the future of these resources, it becomes possible to reduce the environmental footprint of the textile industry while preserving our natural resources.

Keywords **Chemical recycling, cellulose, valorization, textile waste.**

<https://doi.org/10.63133/scf.act-chim.2026.512.06>

Un gisement de matière première infini

Chaque année, plus de 120 millions de tonnes de déchets textiles sont générés dans le monde et cela ne fait qu'augmenter [1]. Mais que représente ce nombre concrètement ? Cela équivaut à une vingtaine de pyramides de Khéops, composées à 60 % de fibres synthétiques, dominées par le polyester, de 35 % de fibres naturelles, en majorité de coton, et de 5 % de fibres artificielles comme la viscose. Sur tout ce gisement de matière première, seulement 19 % sont recyclés, le reste est aujourd'hui incinéré ou enfoui, alors qu'il constitue une ressource quasiment infinie et pleinement valorisable [1]. Pourtant, la filière de collecte et tri des textiles usagés est en crise, saturée à cause d'un crucial manque de débouchés de la matière triée et préparée, et à l'importante baisse de qualité des vêtements due au phénomène de *fast fashion*, de moins en moins enclins à la réutilisation.

Un défi majeur : recycler les mélanges textiles

Si à première vue, la composition d'un t-shirt « 100 % coton » peut paraître simple... cela représente une minorité des textiles usagés. En réalité, la plupart des vêtements sont composés de multiples couches, doublures, accessoires (boutons, fermetures), de fibres mélangées aux propriétés physico-chimiques très différentes, et de divers composés chimiques. Après collecte, tri et séparation des déchets textiles en fonction de leur composition, couleur et qualité, deux types de transformation sont possibles :

- **Le recyclage mécanique**, qui consiste à découper, broyer et réutiliser des déchets textiles sous forme de chiffons industriels, isolants, rembourrages ou en tant qu'additifs dans des matériaux, mais la qualité des fibres est altérée.

- **Le recyclage chimique**, qui consiste à extraire par décomposition ou dissolution les polymères synthétiques ou naturels au niveau moléculaire afin de refilet des fibres dans une logique de boucle circulaire « textile-to-textile ».

Face aux mélanges textiles complexes à recycler, la voie mécanique montre ses limites, tandis que la voie chimique offre de nouvelles opportunités d'innovation dont la filière textile a besoin. Cependant, le fort impact environnemental de certains procédés chimiques limite leur développement et il est urgent de mettre en place des méthodes durables et économiquement viables.

Au-delà du recyclage, le surcyclage réinvente la fin de vie des déchets textiles

De nombreuses technologies se développent autour du recyclage textile-to-textile, permettant ainsi de créer une boucle fermée et donc d'offrir une circularité complète. Ces technologies sont principalement développées pour les fibres d'origine pétrosourcée comme le polyester, le polyamide, et plus récemment l'élasthanne. Le coton est également retransformé en fibres artificielles comme la viscose, originellement issue du bois. Bien que d'origines différentes, le coton et la viscose sont tous deux composés du même polymère naturel, la cellulose, constituant des cellules végétales. Les procédés de recyclage du polycoton émergent de plus en plus mais le constat est clair, les mélanges textiles manquent de nouvelles approches de valorisation.

Que faire des compositions complexes de fibres synthétiques/artificielles/naturelles ? Comment séparer ces diverses fibres peu importe leur qualité ou la présence d'additifs (colorants, apprêts) ? Et surtout, comment leur conférer une valeur ajoutée afin de proposer de nouveaux débouchés durables aux collecteurs, trieurs et préparateurs de déchets textiles ?

Un potentiel d'innovation illimité

Les projets de recherche sur le recyclage des textiles se multiplient et de nouvelles méthodes de séparation, de purification et de mise en forme voient le jour (RegioGreenTex, RE-APS, SOLSTICE) [2]. En parallèle, l'écoconception des

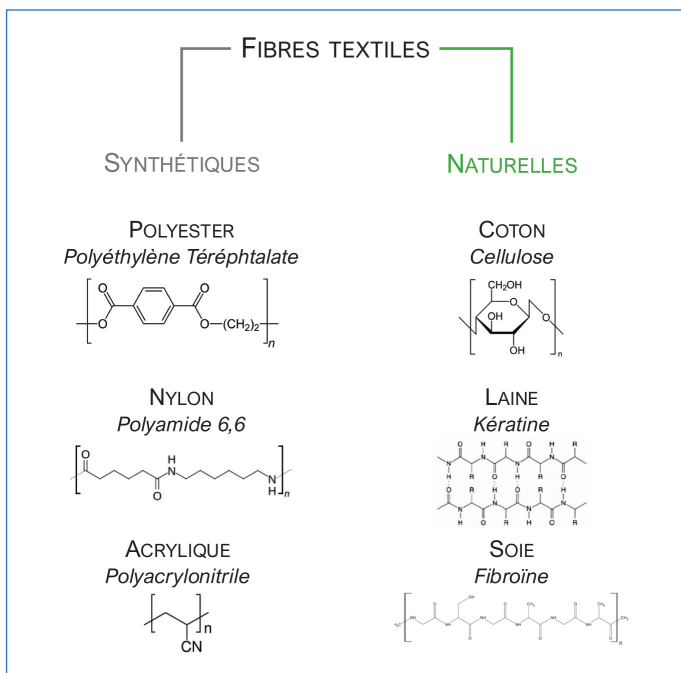


Figure 1 - Les fibres textiles synthétiques et naturelles.

textiles est un enjeu majeur pour faciliter les étapes de tri et de recyclage.

Les polymères retrouvés majoritairement dans le textile sont d'une part synthétiques tels que le polyester et le polyamide (nylon), et d'autre part naturels, comme la cellulose (coton), la kératine (laine) ou encore la fibroïne (soie) (voir figure 1). Chaque macromolécule possède ses propres caractéristiques et nécessite un traitement spécifique afin d'être chimiquement recyclée, dans le cas où la voie mécanique n'est pas viable.

Les procédés de valorisation chimique des fibres synthétiques sont nettement plus avancés que pour les fibres végétales, toujours en cours de développement à l'échelle du laboratoire, voire pilote [3].

Parmi les possibilités de valorisation des fibres textiles naturelles, il est par exemple possible de transformer le coton, la fibre végétale majoritaire, en matériaux à haute valeur ajoutée, appelés bioaérogels. La cellulose est un excellent candidat pour l'élaboration de matériaux durables. Les aérogels de cellulose, ou bioaérogels, sont des matériaux ultra poreux et légers (densité < 0,1), composés de polymères biosourcés et destinés aux applications d'isolation et de relargage de principes actifs. Elaborés à partir de solutions de cellulose dissoute provenant de déchets textiles post-consommation comme le denim 100 % coton [4,5] (voir figure 2) ou de tissus 100 % viscose, les aérogels de cellulose se présentent comme une potentielle voie de valorisation de ces déchets textiles d'origine végétale.

Les fibres cellulosiques issues de textiles mélangées et contaminées sont également transformées chimiquement grâce à un procédé vert par la startup Blendcel en nouvelles plaques de matières à usiner, destinées aux secteurs de l'emballage et de l'ameublement/décoration. La cellulose est extraite par dissolution sélective puis mise en forme sans additif jusqu'à obtention de matières alternatives aux pétrosourcées, dont les propriétés se situent entre le bois et certaines résines plastiques. Leur densité varie de 0,2 à 1,2, l'aspect fibreux, la couleur et la transparence s'adaptent en fonction des propriétés mécaniques et esthétiques désirées [6].

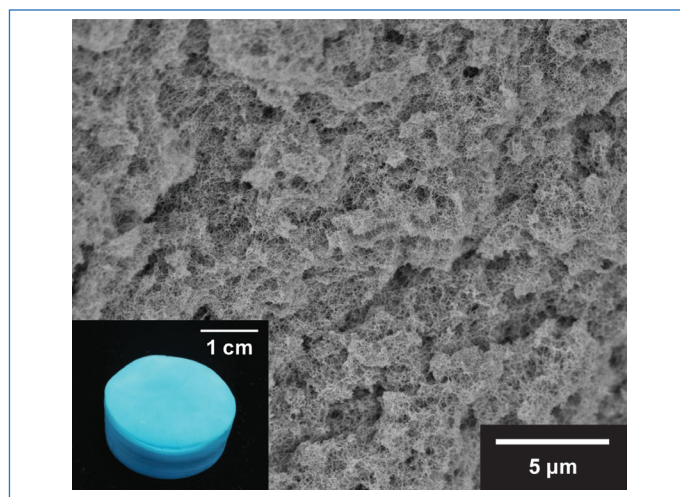


Figure 2 - Structure poreuse d'un bioaérogel de cellulose issue de déchet textile. Observation au microscope électronique à balayage, Centre de Mise en Forme des Matériaux (Mines Paris-PSL) [5].

Dans ces exemples, la transformation chimique des fibres textiles cellulosiques ne se limite pas à leur dissolution et leur régénération sous forme de fibres artificielles, mais sous des objets 3D destinés à de multiples marchés. Ce type de surcyclage en boucle ouverte permet alors de connecter différents secteurs, de booster la circularité et d'améliorer l'empreinte carbone de chacun.

Quant aux fibres textiles d'origine animale, la laine et la soie, dont la composition est majoritairement protéique, leur recyclage est mécanique et leur recyclage chimique est encore en développement. Les avancées en chimie et biotechnologie ouvrent la voie vers de nouveaux procédés de valorisation encore inexploités jusqu'ici.

Vers un modèle circulaire durable

Le recyclage des déchets textiles ne se résume pas à un simple problème de collecte et de gestion. La recherche permet de développer de nouvelles approches de valorisation de cet important gisement de matière première aujourd'hui sous-exploité. Le déchet textile change de statut : de matière à éliminer, il devient ressource stratégique. En relevant les défis techniques, économiques et environnementaux, l'innovation chimique joue ici un rôle clé dans la transformation d'un modèle linéaire – produire, consommer, jeter – en un modèle circulaire et durable.

[1] R. Sajdeh *et al.*, *Spinning Textile Waste into Value*, Boston Consulting Group, 2025, www.bcg.com/publications/2025/spinning-textile-waste-into-value

[2] Exemples de projets européens sur le recyclage du textile : <https://regiogreentex.eu>, <https://re-aps.eu>, www.solstice-project.eu

[3] *Le recyclage chimique des textiles*, *Re_fashion*, 2024, à télécharger depuis le site : <https://pro.refashion.fr/recycleurs/recyclage-des-textiles>

[4] B. Zeng, X. Wang, N. Byrne, Development of cellulose based aerogel utilizing waste denim: a morphology study, *Carbohydr. Polym.*, 2019, 205, p. 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.070>

[5] M. Négrier, E. El Ahmar, R. Sescousse, M. Sauceau, T. Budtova, Upcycling of textile waste into high added value cellulose porous materials, aerogels and cryogels, *RSC Sustain.*, 2022, 1, p. 335-45, <https://doi.org/10.1039/d2su00084a>

[6] Blendcel, www.blendcel.com

Tous les sites ont été consultés le 05/03/26.

Marion NÉGRIER* est la fondatrice de Blendcel, spin-off du Centre de Mise en Forme des Matériaux, Mines Paris – PSL. Elle est lauréate du Prix Jeunes Talents France L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science 2025.

*marion.negrier@minesparis.psl.eu