

jouent un rôle fondamental. La matière, organique ou inorganique, artificielle ou synthétique, n'est pas sous une forme fibreuse utilisable, mais transformée en fibres ou en filaments par diverses opérations. Au cours de ces processus, on ajuste les paramètres de fabrication pour arranger les molécules selon la hiérarchie de structures désirée.

Les fibres synthétiques sont créées à partir de tous les états de la matière, le choix de la méthode de fabrication dépendant des propriétés du matériau de base, comme sa capacité à fondre sans se décomposer, de considérations économiques et de la structure souhaitée. Nous examinerons les procédés de fabrication dans l'ordre de leur complexité croissante.

Le premier processus fait appel au chauffage de la matière première au-delà de la température de ramollissement (au voisinage de la température de transition vitreuse pour la matière amorphe et de la température de fusion pour les cristaux). On extrude ensuite la masse fondue à travers des trous de filières dont la géométrie détermine l'aire et la forme de la section, puis on refroidit les filaments liquides pour les solidifier. Les fibres fabriquées par ce processus, dénommé filage au fondu, sont les fibres en verre inorganique, les nylons, les polyester et le polypropylène isotactique.

Évidemment, pour que ce procédé soit applicable, il faut que la matière première ne se décompose pas à la température d'extrusion, qui est souvent supérieure de 20 à 100 °C à la température de «ramollissement», et que la viscosité de la masse fondue permette l'extrusion (ce qui n'est pas le cas pour des molécules extrêmement longues comme le polytétrafluoroéthylène).

Lorsque les propriétés intrinsèques des matières ne permettent pas le filage à l'état fondu, on pratique l'extrusion à partir d'une solution de polymère. Cette technique consiste à ajouter un solvant pour abaisser la température de fusion ou de ramollissement sous la température de décomposition thermique. Là encore, une masse visqueuse est créée par mélange du polymère et du solvant, que l'on extrude ensuite à travers les trous de filières. La solidification des fibres s'effectue par évaporation du solvant (filage à sec) ou par extraction du solvant à l'aide d'un autre liquide (filage humide). Parmi les fibres

textiles courantes, des exemples bien connus de ces deux procédés sont le filage de fibres de polyacrylonitrile et d'acétate de cellulose.

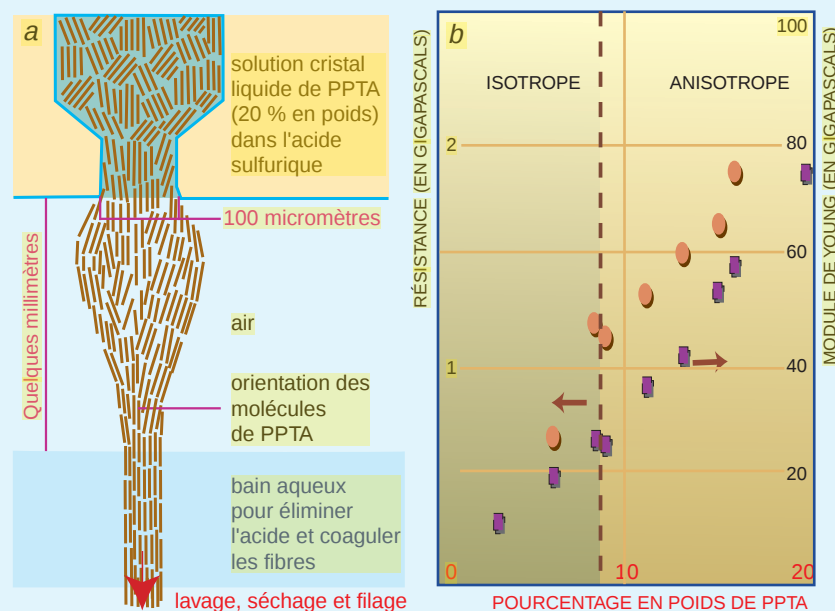
Quand la matière première choisie ne peut être fondue sans décomposition ou présente une viscosité excessive pour l'extrusion et, de plus, n'est pas soluble, on a recours à des procédés plus élaborés. De telles matières sont, par exemple, la cellulose, qui se décompose à une température bien inférieure à sa température de fusion, et le polytétrafluoroéthylène ou PTFE dont la viscosité à l'état fondu est supérieure à 10 milliards de pascal seconde (la viscosité de l'eau est égale à 0,001, celle de l'huile moteur à 0,01).

Une méthode chimique élégante pour le filage de la cellulose, inventée en 1890 par Hilaire Bernigaud, comte de Chardonnet, consiste à transformer temporairement la matière première en un polymère soluble, à filer des fibres à partir de cet intermédiaire, puis à régénérer la matière désirée. Dans le cas de la cellulose, on synthétise d'abord du xanthate de cellulose en faisant réagir de la cellulose traitée à la soude avec du disulfure de carbone. Le polymère ainsi obtenu est dissous et filé dans un bain acide, puis chimiquement retransformé en cellulose pour former les fibres de

rayonne bien connues (le mot vient du verbe «rayonner»). Depuis la découverte du N-oxyde de N-méthylmorpholine, un solvant qui ne transforme pas chimiquement la cellulose au sens strict, le procédé au xanthate, «écologiquement incorrect» parce que polluant, n'est plus indispensable. Cependant, le principe même de Bernigaud continuera à être appliqué, faute de mieux, pour des polymères comme les polyimides.

La fabrication des fibres de polytétrafluoroéthylène, utilisées par exemple dans les filtres industriels et la soie floche pour usage dentaire, contourne les inconvénients de la viscosité extrêmement élevée du polymère à l'état fondu : la matière est transformée en fibres à l'état solide. Dans l'une des techniques, le polymère en poudre est d'abord comprimé en un bloc cylindrique et fritté à 345 °C, température supérieure à celle de la fusion cristalline. Après refroidissement à la température ambiante, les filaments sont découpés dans le bloc. Dans d'autres techniques, on extrude les fibres à partir d'une suspension ou d'une pâte de particules de polytétrafluoroéthylène d'environ 0,2 nanomètre, puis on fritte la matière pour la renforcer.

6. FILAGE AU MOUILLÉ À LAME D'AIR



Établissement de l'ordre moléculaire dans le filage humide avec "air gap" de polymères rigides (a). Propriétés mécaniques de fibres de polyphénylène tétréptalamide filées en fonction de la concentration en polymères (b).