

Les fils de suture : de fil en aiguille

par Sonia Tremblay et Diego Mantovani

ON UTILISE LES SUTURES depuis la nuit des temps. Le papyrus de Smith, découvert en Égypte en 1862, et datant de 4000 ans avant Jésus-Christ, témoigne déjà de l'usage d'aiguilles et de fils de lin pour réunir les lèvres des plaies¹. Aujourd'hui, les fils de suture sont employés couramment dans presque toutes les interventions chirurgicales et ils sont les biomatériaux les plus implantés². Dans le seul cas des chirurgies vasculaires, plus de un million de reconstructions artérielles, nécessitant un minimum de deux fils, sont effectuées chaque année dans le monde. Les fils, qui sont spécifiques pour chaque siège d'opération, sont disponibles en une panoplie de matériaux, dimensions et structures. Ils présentent donc des propriétés physiques et chimiques très différentes les uns des autres. Bien entendu, le fil de suture **parfait**, pour une application visée, n'existe pas... pas plus que le **fil universel** !

Historique

L'histoire des sutures est intimement liée à celle de la chirurgie. Chaque époque et chaque culture ont ainsi contribué à accroître les performances de ces deux techniques. La période gréco-romaine, qui s'inscrit à la fin du règne des pharaons, a été marquée par de grands savants comme Hippocrate, Galien et Celse. À cette époque, les hémostases étaient réalisées par cautérisation et par ligature des vaisseaux. Hippocrate prônait l'usage des sutures en première intention. Galien, médecin de l'école des gladiateurs qui travaillait sur des sujets volontaires, utilisait de fines cordes pour réaliser l'hémostase. En effet, les lésions plus ou moins graves infligées aux soldats romains

et aux gladiateurs lui avaient permis de mettre au point une technique de suture qui était déjà élaborée pour l'époque¹. Précisons que Galien appliquait la technique d'exclusion d'anévrismes par le biais de deux ligatures, en amont et en aval, qui induisaient malheureusement la gangrène progressivement³. Quant à Celse, il avait décrit les techniques d'hémostase par compression à l'aide d'un tampon sec ou imbibé de vinaigre pour éviter la formation de pus et, par le fait même, la déhiscence des chairs¹.

Au début du XVI^e siècle, à Padoue, on utilisait aussi des fils d'or et d'argent pour suturer les plaies¹. Et, un siècle plus tard, dans son traité de chirurgie, Joseph de La Charrière recommandait l'emploi de fil ciré double ou simple, qui traversait plus facilement les chairs. De plus, les aiguilles étaient choisies de manière à être proportionnelles à la dimension de la plaie⁵. On ne se servait cependant pas encore de soie, car on considérait que c'était un matériau qui coupait les tissus.

Les techniques de suture moderne ont vu le jour seulement au milieu du XIX^e siècle. Quelques essais préliminaires et de rares études avaient alors été réalisés sur des matériaux d'origine animale, soit le parchemin, les tendons, la peau de daim, les intestins de poisson et le cuir verni, pour étudier leur résorption. Mais le catgut restait le matériau préféré. Les filaments en catgut étaient et sont toujours fabriqués à partir de la couche de collagène la plus solide de l'intestin grêle d'herbivores. Le plus souvent, on se sert encore d'intestins de moutons. Aujourd'hui, il existe cependant des problèmes liés à l'approvisionnement en matières premières et à la qualité.

En outre, les progrès réalisés au niveau des techniques de suture ont aussi permis de lancer et d'élaborer d'autres biomatériaux. La création des prothèses artérielles a été, en réalité, le fruit du hasard. Elle a été rendue possible à la suite d'études histopathologiques réalisées sur les fils de sutures implantés. Au cours des autopsies, il avait été observé que les fils de soie utilisés en chirurgie vasculaire pour suturer les anévrismes aortiques s'enrobaient d'endocarde, selon un processus de cicatrisation nommé encapsulation.

M^{me} Sonia Tremblay est étudiante à la maîtrise en génie des matériaux à l'Université Laval. M. Diego Mantovani, Ph. D., est directeur du Laboratoire de bio-ingénierie et de biomatériaux, et professeur au Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux de l'Université Laval. Il est également chercheur à l'Unité des biotechnologies du Centre de recherche de l'Hôpital Saint-François d'Assise, à Québec.

Les fils de suture à travers le temps¹

Période/époque	Pays	Matériaux ou techniques utilisés pour réaliser les sutures
Pré-hellénique	Égypte	Métaux pour les aiguilles, fils de lin, bandelettes adhésives.
	Inde	Crins de cheval tressés, coton, cuir, fibres d'écorce.
	Égypte (Alexandrie)	Torsion des vaisseaux.
Gréco-romaine		Cautérisation et ligatures des vaisseaux.
Du VII ^e au XI ^e siècle	Pays arabes	Cordes de harpe (catgut), crins de cheval, épines.
Du VIII ^e au XI ^e siècle		Pincettes de fourmis comme agrafes.
Du X ^e au XII ^e siècle	Italie (Salerne)	Poudre de résine naturelle, poils de lapin, soie.
XVI ^e siècle	Italie	Fils d'or et d'argent.
XIX ^e siècle	États-Unis	Parchemin, tendons, peau de daim, intestins de poisson, catgut.
1850-1900		Catgut chromé (1881), soie stérilisée.
De 1901 à aujourd'hui		Nylon, fils synthétiques résorbables dérivés de sucres : polymère d'acide glycolique (PGA), polyglactine-9, 1, 0, copolymère glycolique et lactique, fils synthétiques non résorbables : polypropylène, fluorure de polyvinylidène, polytétrafluoroéthylène.

Cette observation avait permis de déduire qu'un tissu tressé ou tricoté pourrait bien être recouvert d'une capsule semblable lorsqu'il est implanté. Des études préliminaires sur le nylon et le dacron ont donc mené, dans le courant des années 1950, au développement des prothèses artérielles en Dacron, servant au remplacement des vaisseaux de grands diamètres (plus de 10 mm de diamètre interne)³.

L'allure des fils de suture a quelque peu changé avec l'avènement des matières synthétiques, comme le polypropylène et le polytétrafluoroéthylène (téflon) microporeux, bien que les matières naturelles (comme la soie) soient toujours utilisées. Aujourd'hui, on trouve sur le marché une vaste gamme de fils de suture, et le chirurgien n'a que l'embarras du choix dans la sélection du produit de suture adéquat pour un siège anatomique et une opération donnée. Il faut se souvenir que le choix des fils a été longtemps empirique³. La première étude comparant plusieurs types de matériaux, dont le catgut, a été réalisée seulement au début du siècle dernier par Physick, de Philadelphie¹. Depuis, de nombreuses études ont été

menées en vue du choix du fil de suture ayant les meilleures chances de succès pour une opération et un siège donné⁴. Le *tableau* ci-dessus présente quelques matériaux employés pour fabriquer les fils de suture au cours des ans. Il en ressort que les fils de suture ont toujours été, et sont encore, le simple reflet des matériaux disponibles à chaque époque, et que, parfois, ils proviennent de secteurs industriels très éloignés du domaine médical.

Les fils de suture commerciaux

Les fils de suture peuvent être en acier (employés surtout en orthopédie), en catgut, en soie ou en matières synthétiques. Au cours des années 1950 et 1960, la soie et le polyéthylène servaient à fabriquer des sutures non résorbables, destinées aux chirurgies vasculaires⁶. Leur utilisation a été abandonnée en raison de la diminution rapide de leur résistance à la suite de l'exposition aux fluides corporels et de l'application d'une tension constante (biodégradation). Par la suite, d'autres matériaux synthétiques ont été mis à l'essai, tels que le polypropylène, le fluorure de polyvinylidène

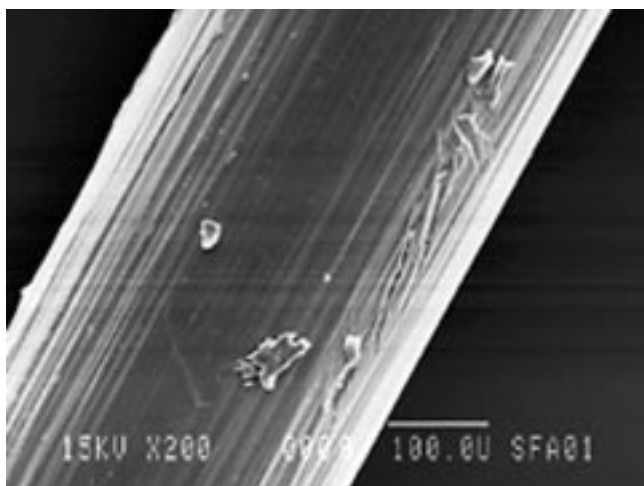


Figure 1. Fil de polypropylène (PP) vierge.

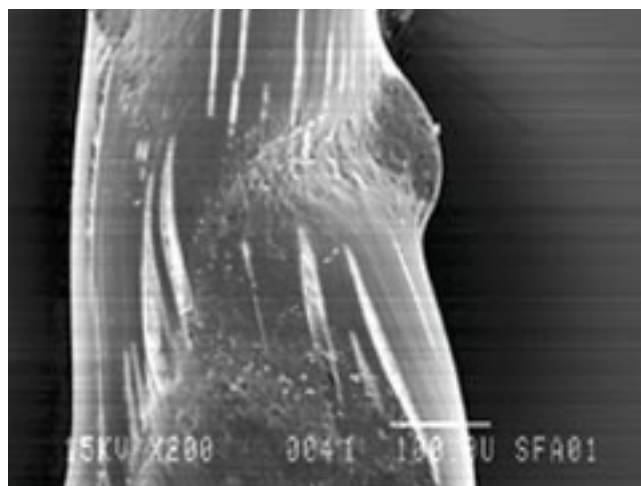


Figure 2. Fil de polypropylène endommagé par un porte-aiguilles.

et le polytétrafluoroéthylène (téflon) microporeux. Le polypropylène est aujourd'hui largement utilisé et connu sous les noms de marque Prolène® ou Surgilène®.

Les monofilaments de polypropylène ont été lancés sur le marché en 1969 et utilisés depuis dans diverses chirurgies⁶, notamment dans les interventions au niveau du tendon du genou, du cœur et même de l'œil. Le polypropylène, en tant que biomatériau, présente plusieurs avantages. Il est neutre, c'est-à-dire que les réactions tissulaires ne sont pas de longue durée, ni chroniques. Sa bio-inertie forte se compare à celle de l'acier inoxydable 316 L utilisé pour fabriquer, par exemple, la plupart des dispositifs endovasculaires (stents). Il n'est pas thrombogène, et la bonne tenue des nœuds est assurée par son comportement plastique (déformation permanente) qui permet de garder le pli. De plus, il est inaltérable après plusieurs années d'implantation tissulaire, donc non résorbable. Il conserve ainsi sa résistance dans le temps s'il n'a pas été endommagé lors de l'implantation. En revanche, il pose des problèmes au niveau de la stérilisation et de la biodurabilité¹. Certaines techniques de stérilisation sont à privilégier et d'autres à bannir, comme la stérilisation par rayons γ à forte dose, parce que l'exposition à ces rayons fragilise le matériau. Comme nous l'avons déjà mentionné, le polypropylène est sensible aux traumatismes engendrés par les instruments de chirurgie (iatrogènes)^{1,6,7}. Au Laboratoire de bio-ingénierie et de biomatériaux de l'Université Laval, nous avons réalisé une étude systématique sur les traumatismes iatrogènes engendrés par le serrage ponctuel des fils avec des porte-aiguilles couramment employés en chirurgie vasculaire. Les figures 1 et 2 présentent deux images obtenues

par microscopie électronique à balayage, illustrant l'ampleur des traumatismes. La première est celle d'un monofilament de polypropylène vierge et la seconde, d'un monofilament endommagé présentant de minces fissures à la surface. Des caractérisations mécaniques ont aussi montré que la résistance mécanique des fils endommagés est largement inférieure à celle des fils vierges. Ces résultats sont en accord avec les données publiées dans la littérature⁷. Il faut aussi garder à l'esprit que les fils en polypropylène ne se comportent pas de la même façon que les fils fabriqués à partir d'autres matériaux, comme le polyvinylidène ou le téflon microporeux, qui présentent des structures différentes.

Comment choisir le fil de suture le plus approprié pour une intervention donnée ?

D'abord, plusieurs propriétés doivent être réunies pour satisfaire les exigences du chirurgien et du patient. La bonne tenue des nœuds, assurée par le comportement plastique de la fibre, est souvent considérée comme un des critères à prioriser. Les exigences concernant les propriétés du matériau constituant les fils de suture varient en fonction du type de chirurgie. En prenant l'exemple d'une suture employée en chirurgie vasculaire, le cahier des charges d'un fil de suture a été décrit comme suit⁹ :

- facilité de manipulation pour le chirurgien ;
- conservation de la résistance du fil après implantation ;
- absence de déformations permanentes (étirement exagéré) ;
- sécurité au niveau du nœud ;
- biocompatibilité (faiblement thrombogène) ;
- adhérence parfaite du recouvrement éventuel ;

- réaction inflammatoire (causée par le filament) minimale ;
- absence d'infections dues à la suture ;
- résistance aux contraintes mécaniques imposées, pendant et après l'implantation.

Pour caractériser les fils, plusieurs essais peuvent être effectués. Nous pouvons distinguer les essais *in vivo*, visant l'étude des caractéristiques de toxicité et de biocompatibilité, et les essais structuraux, visant la détermination des propriétés mécaniques (rigidité, résistance, fatigue, etc.) et chimiques (cristallinité, dégradation, etc.).

Les fils de suture commercialisés sont classés selon leur diamètre, le matériau les constituant, leur structure macroscopique (tressés ou extrudés), ainsi que leur comportement après implantation¹. Il existe une différence notable dans la structure des fils entre les monofilaments et les multifilaments. Les monofilaments sont plus rigides, donc plus difficiles à manipuler et à nouer. Ils ont plus tendance à se dénouer que les multifilaments. Par contre, ces derniers, ayant généralement un diamètre plus important, provoquent des trous plus larges dans les tissus ou les prothèses. De plus, ils risquent davantage de provoquer des infections par capillarité, car les interstices entre les fibres peuvent faciliter la propagation d'éléments pathogènes le long de la fibre et donc, directement, dans le siège de l'implantation^{2,6}.

En général, les fils de suture sont choisis selon la nature des tissus (naturels ou synthétiques, dans le cas des biomatériaux) à suturer, la résistance requise, la capacité à se résorber ou non et la tenue des nœuds¹⁰. Bien évidemment, il s'établit généralement une relation de confiance entre le chirurgien et une entreprise. Cette relation sera déterminante au moment du choix de la marque des fils de suture privilégiée par le chirurgien.

Que nous réserve l'avenir ?

Selon le type d'interventions, les fils de suture ne représentent pas la seule option de rapprochement des bords d'une plaie. En effet, on peut aussi utiliser des agrafes métalliques, placées à l'aide d'instruments semi-automatiques, ou des bandes adhésives. Toutefois, l'intervention humaine est toujours essentielle et déterminante. Il ne faut pas oublier que la réalisation d'une suture comporte toujours une **phase manuelle** très technique, qui se déroule souvent à la fin de l'intervention. Un champ visuel souvent limité et un accès restreint sont d'autres contraintes qui compliquent et complexifient la réalisation de la suture. Nous sommes convaincus qu'il faudrait élaborer d'autres solutions valides

qui permettraient de réaliser des sutures reproductibles dans l'intérêt du corps médical et des patients.

On reproche généralement aux nœuds des fils de suture de laisser des marques peu esthétiques sur la peau (des boursouflures, par exemple) ou d'induire des zones de faiblesses mécaniques lors des anastomoses vasculaires. À ce chapitre, il est important de mentionner qu'une innovation importante à propos des fils de suture servant à des sutures dermiques et en chirurgie esthétique vient de voir le jour. Il s'agit d'un nouveau type de suture, élaboré sur le principe des aiguilles de porcs-épics. Ces sutures auto-bloquantes offrent l'avantage de se passer de nœuds et comportent des protubérances inclinées (semblables à des épines) qui ancrent le fil dans les tissus lors du passage dans les chairs, tout en l'empêchant de glisser¹¹.

À quand les sutures sans fils ni aiguilles ? ❧

Bibliographie

1. *Ligatures et sutures chirurgicales*. Paris : Ethnor Editeur ; 1986 p. 40-47.
2. Laroche G, Marois Y, Schwarz E, Guidoin R, King MW, Paris E, Douville Y. Polyvinylidene fluoride monofilament sutures: Can they be used safely for long-term anastomoses in the thoracic aorta? *Artif Organs* 1995 ; 19 (11) : 1190-1199.
3. Mellièrre D. Un siècle de progrès : des sutures aux reconstructions artérielles. *J Mal Vasc* 2000 ; 25 (4) : 222-226.
4. Laroche G, Marois Y, Guidoin R, Martin L, How T, Douville Y. Polyvinylidene fluoride (PVDF) as a biomaterials: From polymeric raw materials to monofilament vascular suture. *J Biomed Mater Res* 1995 ; 29 : 1525-1536.
5. de La Charrière J. *Traité des opérations de chirurgie : contenant leurs causes fondées sur la structure de la partie, leurs signes, leurs symptômes et leur explication, avec plusieurs observations et une idée générale des playes*. Paris : Horthemels, Editor ; 1690.
6. Gaspar MR, Movius HJ, Rosental JJ, Bell DD, Lemire GG, Odou M. Prolene sutures are not a significant factor in anastomotic false aneurysms. *Am Journal Surg* 1983 ; 146 : 216-219.
7. Dobrin PB, Gosselin C, Kang S, Mrkvicka R. Effect of pulsatile pressure on the breaking strength and movement of Prolene sutures. *J Vasc Surg* 1997 ; 26 (6) : 1029-1035.
8. Tremblay S. Mémoire de maîtrise : Caractérisation des propriétés micromécaniques des fils de suture chirurgicale ; (en rédaction).
9. Guidoin R, Cardou A, Marceau D, Thériault Y, Gosselin C, Blais P. Caractéristiques physiques des sutures employées en chirurgie vasculaire. *Union Med Can* 1982 ; 111 (3) : 1-7.
10. von Fraunhofer JA, Storey RS, Stone K, Masterson BJ. Notes: Tensile strength of suture materials. *J Biomed Mater Res* 1985 ; 19 : 595-600.
11. King MW, Dattilo PP, Leung JC, Ruff GC. *Barbed, Bi-directional Surgical Sutures*. Symposium on Advanced Materials for Biomedical Applications, Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum ; 11-14 août 2002 ; Montréal, Québec, Canada.