

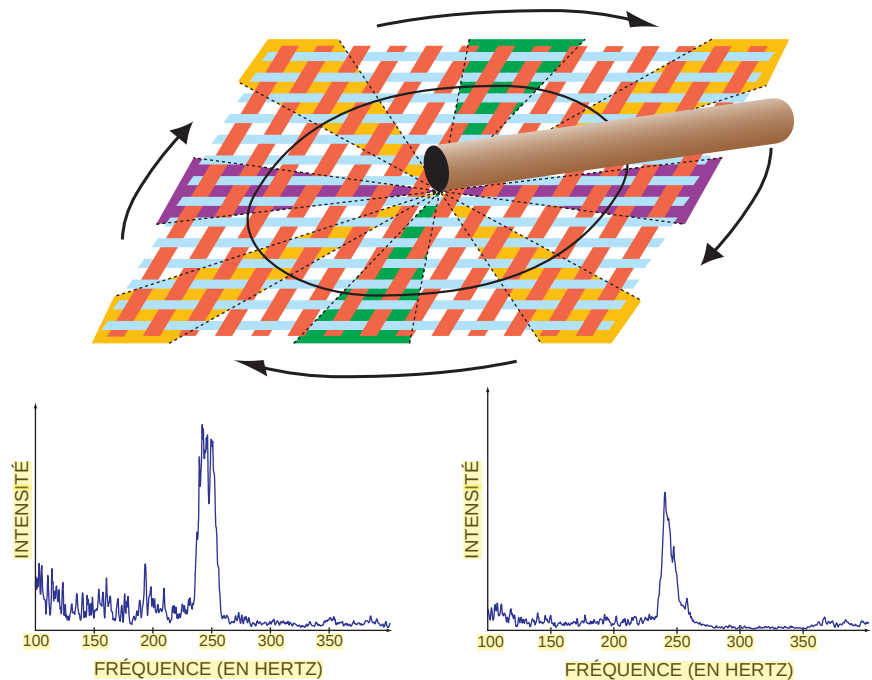
diamètre devient la hauteur des aspérités et détermine l'amplitude des vibrations). Il est inutile d'en obtenir plus ! Cette pilosité existe dans les étoffes de microfibres dont on a « usé » la surface avec un papier d'émeri.

Par ailleurs, à une fréquence de 300 hertz, la main perçoit des aspérités de moins d'un micromètre de hauteur. Une étoffe comptant 300 fibres superficielles par centimètre dont le diamètre est inférieur à un micromètre, nommées nanofibres, est donc également totalement douce au toucher. Notons que ces nanofibres n'existent pas encore à l'état de fil : on ne peut donc pas les tisser. Par exemple, les fibres de cellulose régénérées (la cellulose, qui est un polymère végétal, est dissoute, puis transformée en filament), commercialisées sous le nom Lyocell® par la Société autrichienne Lenzing, d'un diamètre courant d'environ dix micromètres, sont filées, puis tissées. Pendant l'ennoblissement, ces fibres sont fibrillées, c'est-à-dire qu'un traitement mécanique modifie certaines fibres de surface, qui deviennent des microfibrilles, dont certaines sont ensuite hydrolysées grâce à des enzymes (voir la figure 4). L'étoffe finale n'a que quelques centaines de fibrilles d'un diamètre proche du micromètre par centimètre ; pourtant, son toucher est très modifié. Nous sommes proches de la douceur idéale. Nous avons ensuite cherché à définir et à mesurer la douceur.

La douceur objective

Comme M. Taylor et S. Lederman, la plupart des physiologistes pensent que la main perçoit la rugosité sous la forme d'une énergie de vibration de la peau. Toutefois, la mesure de l'énergie de vibration à l'aide d'un capteur de frottement ou de rugosité n'est pas très sensible, car, à l'inverse du couple main-cerveau, le capteur n'est pas adapté à une grande gamme de surfaces et il n'est pas capable d'apprentissage.

Nous avons mis au point un tribomètre qui caractérise les étoffes : cet appareil de mesure du frottement est équipé d'un palpeur dont les signaux perçus sont traités par une analyse de Fourier qui décompose un signal périodique en une série de fonctions simples. Puisque la main évalue une



6. UN TRIBOMÈTRE MUNI D'UN PALPEUR CYLINDRIQUE mesure le frottement d'une étoffe et en caractérise l'armure. Pour une toile, dans les zones vertes, il rend compte des fils de chaîne (en rouge) et dans les zones violettes, des fils de trame (en bleu). Les mesures des diagonales sont également typiques de l'armure (zones orange). Avec un tel appareil, on mesure l'évolution de la douceur au toucher. Par exemple, dans le cas d'un satin de Lyocell® (seul le pic des diagonales est révélé), après fibrillation et défibrillation (à droite), le pic à 250 hertz est atténué (à gauche) : ce procédé augmente donc la douceur au toucher.

étoffe dans n'importe quelle direction de sa surface, l'échantillon en contact avec le palpeur tourne pendant la mesure. Comme un palpeur ponctuel ne détecte pas l'armure, nous avons donc utilisé un palpeur cylindrique d'axe horizontal, dont le diamètre est de l'ordre de celui des fils : ainsi, le contact est linéaire, et chaque direction fondamentale de l'étoffe (par exemple, pour une toile, parallèle aux fils de chaîne, parallèle aux fils de trame et en diagonale) est caractérisée par un pic dont la fréquence dépend de l'armure et de la densité des fils, tandis que son amplitude rend compte de la hauteur des aspérités (voir la figure 6).

Par exemple, l'analyse d'un tissu de fibres de Lyocell®, montre qu'après l'ennoblissement (fibrillation et défibrillation) le pic de fréquence est atténué : le tissu est donc plus doux. Ces résultats permettent d'aller au-delà des mesures classiques de frottement et de rugosité.

L'évolution des exigences du public en matière de sensation oblige les industriels du textile à innover constamment pour satisfaire et surprendre les

consommateurs qui recherchent l'étoffe parfaitement douce. L'innovation ne peut plus se satisfaire de connaissances empiriques : comprendre les mécanismes qui commandent la douceur est donc indispensable. Les microfibrilles et, peut-être à l'avenir, les nanofibres, qui permettent d'atteindre cet idéal, ont bouleversé notre paysage textile. Cependant, les nouvelles améliorations, notamment génétiques, des fibres naturelles, tel le coton ou les fibres animales, qui sont de plus en plus fines et se rapprochent des microfibrilles, augurent d'une forte concurrence entre les producteurs de matières textiles : naturel contre synthétique. Pour le consommateur, la douceur était l'apanage des fibres naturelles, mais, aujourd'hui, elle concerne également les fibres synthétiques.

Marie-Ange BIGUÉ-BUENO est maître de conférences à l'École nationale supérieure des industries textiles de Mulhouse, de l'Université de Haute-Alsace. Marc RENNERT est directeur de l'École nationale supérieure des industries textiles de Mulhouse.