

adaptation lente : ils réagissent plus tardivement, mais de façon durable, aux déformations statiques de la peau. Ainsi, une main en mouvement apprécie mieux la texture d'une surface qu'une main au repos, puisqu'elle sollicite les quatre types de récepteurs, et non deux seulement.

Grâce à ses récepteurs, la peau est sensible à des vibrations comprises entre 5 et 1 000 hertz (ou vibrations par seconde). Par exemple, à une vitesse de 16 centimètres par seconde, le tissu d'un jean stimule la peau à environ 300 hertz, et la soie d'un foulard à 800 hertz.

Les corpuscules de Pacini sont les plus profondément enfouis sous la surface de la peau ; ce sont les plus sensibles aux hautes fréquences. Ils sont également les plus sensibles à des vibrations de faible amplitude : moins d'un micromètre (millième de millimètre) pour des fréquences comprises entre 100 et 300 hertz. Les corpuscules de Meissner, excités par des fréquences inférieures (de 20 à 40 hertz), détectent les détails minces d'une surface pendant un mouvement. Les récepteurs de Merkel rendent compte des irrégularités de la surface, même quand la main est immobile. Enfin, les récepteurs de Ruffini captent les déformations latérales de la peau et leur direction : presque insensibles à la rugosité, ils perçoivent la vitesse de déplacement.

Ainsi, lors des mouvements lents, seuls les corpuscules de Ruffini et les récepteurs de Merkel sont stimulés. Puis, lorsque la vitesse augmente, les corpuscules de Meissner sont sollicités. Enfin, quand le mouvement est devenu rapide, tous les corpuscules sont excités.

La durée du stimulus n'est généralement pas une limite à l'évaluation d'une étoffe, car on peut la garder en main aussi longtemps qu'on le souhaite. Toutefois, les récepteurs se fatiguent, c'est-à-dire qu'ils deviennent moins sensibles au bout de quelques secondes.

Outre l'amplitude et la fréquence des vibrations, la sensation perçue dépend de la discrimination spatiale de la pulpe des doigts, c'est-à-dire la distance minimale entre deux stimulus contigus et continus pour qu'ils soient perçus indépendamment. Deux aiguilles très proches ne sont pas distinguées. Égale à deux millimètres, la discrimination spatiale est limitée par la distance entre les récepteurs. La discrimination spatiale, mesurée lors d'un contact statique, ne rend pas compte des récepteurs de Pacini, qui ne sont pas stimulés. La précision de la localisation d'un stimulus tactile est de l'ordre du millimètre, et un déplacement d'un dixième de millimètre du stimulus est détecté. La pulpe

des doigts détecte une pression de 20 pascals, soit deux milligrammes par millimètre carré, c'est-à-dire l'équivalent de 20 centimètres carrés de papier posé sur un doigt. Par ailleurs, la loi des physiiciens allemands Ernst Weber et Gustav Fechner stipule que l'intensité de la sensation est proportionnelle au logarithme de l'intensité du stimulus. La sensation perçue est également caractérisée par le seuil différentiel, c'est-à-dire la plus petite différence perceptible entre deux stimulus. Par exemple, pour la pression cutanée, le seuil différentiel est de cinq pour cent de l'intensité d'un stimulus initial.

Les neuro-physiologistes connaissent bien le mode de transmission de l'influx nerveux de la main au cerveau ; en outre, ils savent que les récepteurs de la main sont projetés sur une des plus grosses zones sensorielles du cerveau. En revanche, le détail du traitement de l'information tactile par le cerveau est encore peu connu. La taille de la zone cérébrale activée par chaque partie du corps est proportionnelle à la densité d'informations sensorielles reçues et, donc, à l'importance qui leur est accordée : la peau, particulièrement celle de la main, est donc un organe sensoriel important. Elle constitue le dernier rempart de l'intégrité de notre corps après la vue, l'ouïe, l'odorat et le goût. Chez l'être humain, les cinq sens sont également en charge de l'inscription des qualités esthétiques de notre environnement, que notre cerveau juge.

La perception des textures

Selon certains physiologistes, la fréquence vibratoire est l'élément majeur de la perception de la rugosité. Toutefois, pour d'autres, l'intensité des vibrations est primordiale.

La perception de la rugosité est souvent étudiée grâce à des surfaces, nommées grilles, gravées de rainures rectilignes et parallèles, dont on peut facilement modifier les dimensions, telles la largeur, la profondeur et la distance entre des rainures successives. En 1972, au Canada, Susan Lederman et Martin Taylor ont montré que la rugosité perçue augmente avec la largeur des rainures, alors qu'elle diminue quand la distance entre deux rainures augmente.

RÉCEPTEURS	MEISSNER	PACINI	MERKEL	RUFFINI
Adaptation	Rapide	Rapide	Lente	Lente
Profondeur	Derme	Épiderme	Épiderme	Derme
Nombre de récepteurs par fibre	12 - 17	1	4 - 7	1
Nombre de récepteurs par centimètre carré	140	21	70	49
Taille des champs récepteurs (en millimètres carrés)	12,6	101	11	59
Fréquences (en hertz)	3 - 300	30 - 1 000	?	?
Sensibilité maximale (en hertz)	20 - 40	100 - 300	< 8	< 8

3. LE TABLEAU récapitule les propriétés des quatre types de récepteurs de la peau glabre.

La fréquence de vibration n'explique donc pas à elle seule la rugosité perçue, puisque la largeur et la distance entre deux rainures ont des influences opposées. S. Lederman a également constaté que ni la somme de la largeur d'une rainure et de la distance entre deux rainures, nommée période spatiale, ni le quotient de la largeur de la rainure par la distance entre deux rainures ne déterminent la rugosité perçue. Néanmoins, l'être humain peut différencier des grilles dont les périodes spatiales diffèrent de 45 micromètres. Le paramètre déterminant de la rugosité est la largeur des rainures.

De plus, la pression exercée par le doigt, la vitesse de déplacement, ainsi que la température, influencent la rugosité perçue. Pour chaque doigt médian (l'index, le majeur et l'annulaire), l'aire de contact moyenne d'un doigt est d'environ 1,6 centimètre carré, et la pression moyenne est comprise entre un et huit kilopascals, selon le nombre de doigts utilisés pendant les expériences. Pendant nos expériences, la main effectue un mouvement de va-et-vient, à une fréquence moyenne de quatre hertz et à une vitesse moyenne de 16 centimètres par seconde. En 1925, David Katz a montré que la vitesse ne détermine pas la rugosité perçue lorsqu'elle reste inférieure à 25 centimètres par seconde : le changement de vitesse de la main modifie peu la rugosité perçue. En revanche, lorsque la main se déplace à plus de 25 centimètres par seconde, la surface testée paraît plus lisse, car la peau, limitée par son élasticité, n'a plus le temps de s'adapter à la surface.

Des expériences ont montré que, quand la largeur des rainures est supérieure à 0,625 millimètre, la pression qu'exerce naturellement la main augmente avec la largeur des rainures, et donc, avec la rugosité. De même, une augmentation de la pression augmente la rugosité perçue. Cette dernière s'exprime en fonction du produit de la force exercée par le doigt par la largeur de la rainure élevée à la puissance quatre lorsque celle-ci est supérieure à 0,25 millimètre ; lorsqu'elle est inférieure, la sensation est identique que nous soyons énervés ou calmes !

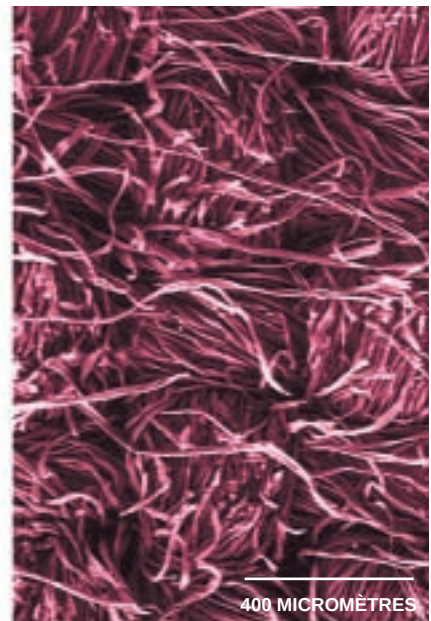
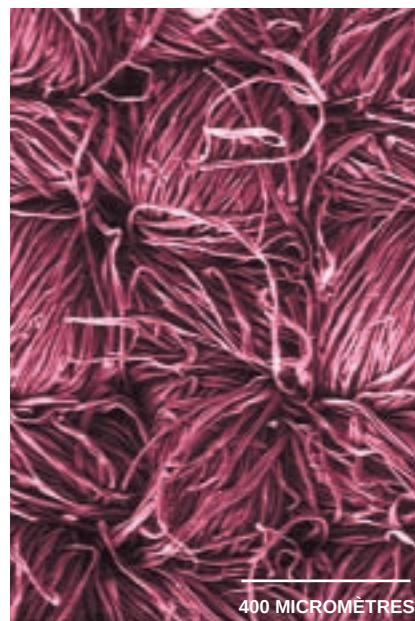
En influençant l'élasticité de la peau, la température modifie la rugosité

perçue. Quand la température est inférieure à 32 degrés, une surface lisse semble encore plus lisse, tandis qu'elle paraît plus rugueuse lorsque la température est supérieure. En revanche, la température n'a aucune influence sur la perception des surfaces rugueuses.

Comment les forces de frottement, que nous avons jusqu'à présent négligées, interviennent-elles ? Le frottement entre deux surfaces, par exemple entre une main et une étoffe, dépend de la

rugosité des surfaces et des propriétés physico-chimiques de l'interface. Ces dernières modifient la force tangentielle entre l'étoffe et le doigt : cette force diminue soit par l'utilisation d'un matériau plus glissant, soit par l'ajout d'un lubrifiant, tel un adoucissant.

Pouvons-nous appliquer nos connaissances de l'influence des paramètres sur la sensation perçue pour améliorer la douceur au toucher d'une étoffe ?



4. UNE ÉTOFFE peut être rendue plus douce au toucher par la création d'une pilosité de surface. Par exemple, le passage d'un papier d'éméri sur une toile de coton (*en haut, à gauche*) crée des petits poils (*en haut, à droite*). Pour des fibres de Lyocell® en cellulose (*en bas, à gauche*), un traitement mécanique suivi d'une dégradation enzymatique laisse quelques nanofibres (*en bas, à droite*) qui augmentent la douceur au toucher.