

LE TOUCHER, UN SENS DISCRET, MAIS ESSENTIEL

L'étude du toucher, longtemps parent pauvre des recherches sur les sens, vient enfin d'être couronnée par un prix Nobel. La palette des fonctions du toucher est pourtant étonnamment vaste. Exploration avec **Vincent Hayward**, pionnier de ces recherches.

ÉTUDE DES SENS

Dans le cadre de notre partenariat avec l'Académie des sciences, les académiciens nouvellement élus fin 2019 présentent un éclairage sur leur discipline et ses enjeux scientifiques, éthiques, politiques et sociétaux, à travers leur expérience personnelle.

Il a toujours été difficile de parler du toucher humain avec clarté. Aristote, d'ailleurs, avait suggéré que le sens du goût était une sorte de toucher puisque les sensations perçues par le goût dépendent, comme par le toucher, d'un contact direct de notre corps avec les choses dont on veut percevoir les propriétés. Le toucher est aussi le sens qui nous permet d'appréhender les objets dans un sens littéral. Sans lui, saisir un verre, fermer un bouton de chemise ou lancer une balle sont des entreprises incertaines et laborieuses. Il permet l'exécution de ces tâches d'une

façon automatique et inconsciente. La très rare perte radicale de toucher rend son essentialité évidente.

Il y a une ambiguïté historique entre les notions de « saisir » et de « sentir » qui fut clarifiée par l'école allemande de psychologie au début du XX^e siècle. Ces chercheurs ont introduit le mot « haptique » (« haptische », d'une racine grecque) pour signifier le guidage de la main par le toucher et ont insisté sur la nécessité du mouvement pour obtenir la connaissance tactile des objets. Ce n'est d'ailleurs qu'en 1967 que le chercheur russe Alfred Yarbus a documenté le rôle crucial du mouvement des yeux dans la vision humaine en montrant l'existence de rapides saccades oculaires intervenant entre des fixations plus longues. La découverte de l'importance du mouvement pour

le sens du toucher humain a donc anticipé celle pour la vision. Cependant, les différences sont marquées. Si les fixations rendent la vision possible par la stabilisation de l'image rétinienne, dans le toucher c'est au contraire le glissement mécanique des doigts sur la surface des objets qui est à l'origine d'une partie importante des sensations conscientes.

Un bon exemple est celui de la lecture du braille, au cours de laquelle les doigts du braille glissent sans cesse avec légèreté sur les dômes de taille millimétrique qui forment les caractères en braille. Souvent, plusieurs doigts exécutent une chorégraphie simultanée réglée par le contenu du texte qui est lu. Par contraste, quand on promène son chien, le moindre glissement entre la laisse tenue dans la main et la peau provoque un réflexe de raffermissement de la saisie dans un délai inférieur à 100 millisecondes.

UNE EXTENSION GRÂCE À L'OUTIL

Nous avons donc deux rôles pour le sens du toucher : l'un inconscient qui nous permet de manipuler les objets sans qu'ils nous échappent – et aussi de marcher sans chuter – et l'autre conscient qui nous permet de connaître la matière dont les objets sont faits, leur forme, leur poids et de nombreuses autres caractéristiques perceptibles. Un aspect très fondamentalement humain du toucher est la possibilité qu'il nous procure d'utiliser des outils. Ceux-ci, bien sûr, élargissent le champ de nos actions possibles mais aussi étendent la portée de notre sens du toucher.

L'exemple de la canne blanche permet d'illustrer ce point. Son avantage sensoriel va bien au-delà d'aver-



PROFIL

Professeur à Sorbonne Université, Institut des systèmes intelligents et de robotique (Isir), **Vincent Hayward** est membre de l'Académie des sciences. Ses travaux pionniers sur la compréhension du sens du toucher et les systèmes « haptiques » visant à reproduire les sensations tactiles sont appliqués dans nombre de domaines.

tir le marcheur de possibles obstacles. Elle permet de détecter à distance de très légers dénivelés, de connaître la nature du sol sur lequel on va marcher. C'est donc une extension sensorielle de la main qui se substitue au pied. Le couteau que l'on tient dans la main pour couper un bifteck nous renseigne immédiatement sur la qualité de la viande.

Le toucher a bien sûr beaucoup intéressé les philosophes du siècle des Lumières, qui en ont abordé les questions comportementales. George Berkeley, René Descartes, Étienne Bonnot de Condillac pensaient que le toucher possédait parmi les sens un statut particulier en cela que c'était le sens dans lequel on pouvait avoir confiance : celui qui « détrompait » les autres ; « le toucher qui est le plus certain de tous les sens et le fondement ultime de toute certitude naturelle », pensait Descartes.

Un aspect singulier du sens du toucher, comparé aux autres sens, est l'autoréférence. Cet attribut a intrigué des penseurs tels que Husserl et Merleau-Ponty : « En même temps que sentie du dedans, ma

main est aussi accessible du dehors, tangible elle-même, par exemple, pour mon autre main, si elle prend place parmi les choses qu'elle touche, est en un sens l'une d'elles », écrit ce dernier. En cela, ce sens contribue fondamentalement à l'étude du mystère de la conscience : celle-ci commence-t-elle par la conscience de soi et par conséquent par le toucher ?

Depuis quelques années, l'étude du rôle du toucher dans la communication entre personnes a connu un essor considérable avec les recherches sur le toucher dit « émotif », qui n'est ni celui de la manipulation ni celui de la connaissance des objets. Un intérêt encore accru par les circonstances liées aux conditions sanitaires que nous connaissons depuis un moment. La contribution du toucher à la communication entre personnes débute fondamentalement par le développement infantile et va jusqu'aux relations sociales. On le pratique, par exemple, par une poignée de main et toutes sortes d'autres comportements sociaux qui varient grandement avec les époques et les cultures.

PEAU GLABRE OU PILOSITÉ ?

La peau est l'organe principal du toucher qui fait que notre corps entier est sensible au contact. Il ne dépend pas d'organes distincts comme c'est le cas de la vue, de l'ouïe ou du sens de l'équilibre. Il y a la peau dite « glabre » qui est en contact avec les objets que l'on manipule et avec les surfaces sur lesquelles on marche, et que l'on l'observe uniquement dans les mains et les pieds. Elle possède des empreintes dont l'un des rôles est de faciliter l'adhésion. Elle est extrêmement sensible à la matière des objets que l'on touche, ce qui s'explique par l'existence d'eau dans l'épaisse couche de kératine qui la recouvre et dont la présence, variable au cours du temps, modifie le frottement avec les objets.

La peau dite « pileuse » enveloppe le reste du corps. Elle est aussi recouverte d'une fine couche de kératine qui protège les tissus vivants. Le toucher passe aussi par les muqueuses : lèvres, bouche, organes de reproduction. Il faut aussi tenir compte du fait que le toucher tire des informations sensorielles de tous les organes du mouvement : muscles et tendons.

De très nombreux récepteurs sensoriels – de l'ordre de 300 000 pour ceux qui transmettent leurs données par des fibres nerveuses à conduction rapide – innervent la peau qui recouvre les différentes parties du corps. Ceux-ci projettent les informations sensorielles vers le système nerveux central par la moelle épinière ou par les nerfs crâniens, incluant aussi celles des muscles et des tendons. Les organes sensoriels du toucher proprement dit ne sont qu'une partie d'un système plus vaste que l'on appelle « somatosensoriel ». »

Un aspect singulier du sens du toucher est l'autoréférence. Cet attribut a intrigué des penseurs tels que Husserl et Merleau-Ponty : « En même temps que sentie du dedans, ma main est aussi accessible du dehors... »

Les organes sensoriels du toucher proprement dit ne sont qu'une partie d'un système plus vaste que l'on appelle « somatosensoriel », qui renseigne sur des données sensorielles internes et externes à notre corps: données thermiques, démangeaison, douleur...

» Ce système renseigne aussi sur des données sensorielles internes et externes à notre corps. On y compte les données thermiques référant au corps, mais aussi aux objets que l'on touche, le « prurit » ou démangeaison, les données mécaniques internes comme les battements de cœur, et bien sûr la douleur. Ces autres données transitent vers le cerveau par des fibres nerveuses très fines à conduction dite lente. Une découverte récente d'une équipe de chercheurs suédois et canadiens a mis en évidence le rôle d'un réseau de ce type de fibres sensibles au toucher léger sur la peau pileuse jusqu'alors ignoré et que l'on pense contribuer au toucher émotif.

Cette gigantesque machinerie neurale occupe une grande portion de l'ensemble du système nerveux, dont la complexité est comparable à celle des autres sens et qui est étonnante par la diversité de ses fonctions. En cela, il n'y a pas de « hiérarchie » des sens comme les penseurs du siècle des Lumières semblaient le croire. Le toucher non seulement assure notre survie, mais contribue à notre développement et à nos facultés cognitives, tout comme les autres sens.

UN DÉCLIN LIÉ À L'ÂGE

Hélas, le toucher décline inexorablement avec l'âge et son acuité peut être réduite, par exemple, par les complications dues au diabète. La densité des récepteurs sensoriels des mains et des pieds diminue de moitié, passé la cinquantaine, sans que cela n'affecte notre comportement. Cependant, au-dessous d'un certain seuil, la perte de sensibilité se traduit par un déficit du comportement moteur, comme des chutes ou le fait de laisser échapper des objets.

L'étude de la coordination entre la vision et le toucher a montré comment ces deux modes de perception interagissent à des échelles de temps différentes pour assurer des mouvements fluides et sans à-coups. La vision nous permet de nous mouvoir et de saisir les objets par anticipation. Le toucher nous permet de décider de la présence et la nature des contacts sur des échelles de temps très courtes. Si l'on supprime l'activité de

l'un ou de l'autre, notre comportement moteur sera gravement affecté.

L'étude du toucher accuse un très grand retard en comparaison de l'étude des autres sens. Une des raisons est peut-être justement ce qui fait sa force: un fonctionnement robuste, discret et qui ne fait que rarement défaut. La vue, l'audition, l'odorat, la navigation dans l'espace: toutes ces modalités sensorielles sont associées à des prix Nobel. Les recherches sur le toucher viennent d'être enfin reconnues avec la remise du prix Nobel de médecine 2021 à David Julius et Ardem Patapoutian pour leurs découvertes de récepteurs de la température et du toucher.

Plusieurs industries liées à l'étude du toucher se développent rapidement dans les secteurs des transports, des communications, de la mode, des produits de consommation, des appareils ménagers, des activités ludiques, de l'accessibilité et de la santé. Les technologies « haptiques » pilotées par des ordinateurs portent aussi la promesse d'une société plus inclusive et d'une réduction du gaspillage car, étant programmables, elles peuvent s'adapter aux personnes et aux évolutions. ★

EN SAVOIR PLUS

Le site de l'Académie des sciences : WWW.ACADEMIE-SCIENCES.FR

« Les bases physiques du sens du toucher », séminaire de Vincent Hayward au Collège de France, 27 février 2012. À visionner sur : www.college-de-france.fr/site/jean-paul-laumond/seminar-2012-02-27-17h00.htm

« From Haptic Science to Haptic Technology », webinaire avec Vincent Hayward, 28 mai 2020 (en anglais). À visionner sur : [youtube/0hvvleG6TKM](https://youtube.com/0hvvleG6TKM)

Le glissement des doigts sur la surface des objets est à l'origine d'une partie importante des sensations conscientes. En témoigne la chorégraphie des doigts du brailleste.



GETTY IMAGES / ISTOCK