

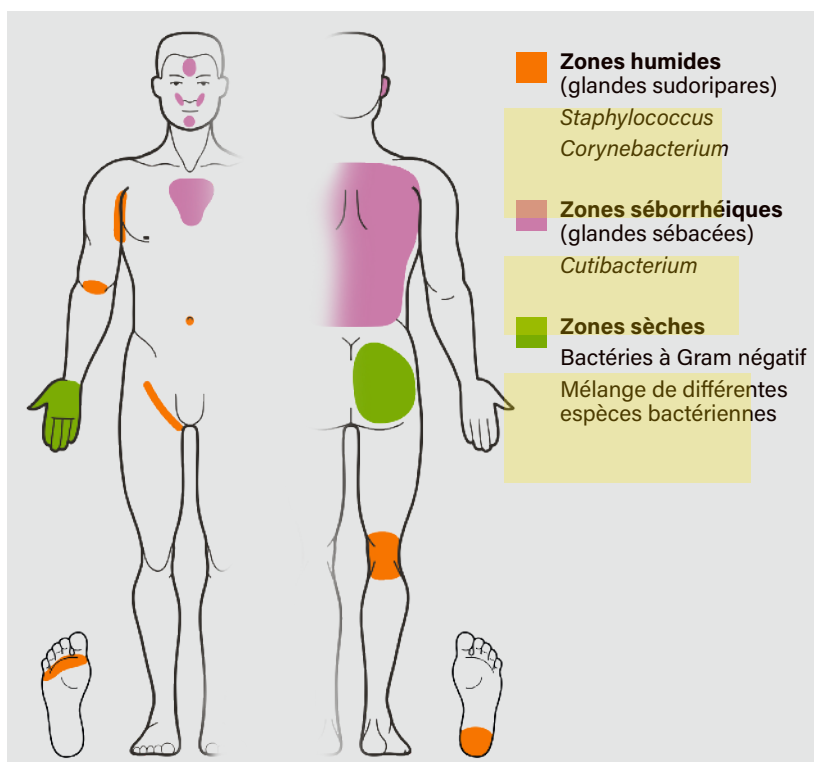
Chaleur et humidité favorisent le développement de bactéries. Voyons de plus près lesquelles profitent de nos sécrétions et les molécules qu'elles produisent par fermentation, sur nos pieds et sous nos aisselles, deux zones sujettes à la transpiration. Parmi les molécules que nous considérons en général comme nauséabondes, on trouve le méthannethiol ($\text{CH}_3\text{-SH}$) et toute la série de thiols à odeur de chou pourri et de poisson en décomposition, une ribambelle d'acides gras à chaîne courte ou moyenne, du diacétyl ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$), des thioalcools (alcools comportant en plus un ou plusieurs atomes de soufre) ou encore l'ammoniac (NH_3), dont l'odeur est assimilée au poisson pourri, et le sulfure d'hydrogène (H_2S), qui évoque l'œuf pourri.

QUELLES ODEURS SUR QUELLES PARTIES DU CORPS ?

Chaque bactérie produit une molécule donnée en dégradant des composés chimiques spécifiques. Si nous ne sommes pas égaux face aux odeurs que distille notre corps, c'est aussi une question de densité de population bactérienne. Ça sent les pieds ? C'est probablement dû à *Brevibacterium*, qui produit du méthannethiol en dégradant la méthionine (acide aminé soufré) de la peau morte et transforme les acides aminés leucine et isoleucine en acide isovalérique ($\text{C}_4\text{H}_9\text{-COOH}$). Cet acide, également produit par *Staphylococcus epidermis*, autre membre éminent du microbiote cutané, a l'odeur caractéristique de fromage fort. Une association sensorielle qui ne doit rien au hasard : l'industrie fromagère utilise la bactérie *Brevibacterium linens* pour l'affinage du camembert et du munster.

Poursuivons notre exploration du côté des aisselles. Cette zone humide présente une forte densité de glandes apocrines et sébacées. Les odeurs d'aiselles dépendent de la nature des sécrétions locales et de la composition du microbiote cutané. La présence de poils favorise leur diffusion. Ce microbiote, comme ceux des intestins et des poumons, dépend du sexe... Ainsi, on décrit les odeurs axillaires des femmes comme étant à dominante de fruits exotiques et d'oignon, tandis que les aisselles masculines évoquent le beurre rance et le fromage. De même, le stress (anxiété, peur, douleur) augmente la transpiration et la sueur émotionnelle peut provoquer un changement d'odeur en stimulant les glandes apocrines. Ces odeurs sont essentiellement produites par trois genres de bactéries présentes après la puberté : *Cutibacterium*, dont l'espèce *C. acnes* est responsable de l'acné, *Staphylococcus* et *Corynebacterium*.

L'intensité de l'odeur des aisselles est principalement liée à la densité de bactéries du genre *Corynebacterium*, aidées de quelques



Selon la région de la peau et ses sécrétions, le microbiote bactérien varie et est dominé par différents types de bactéries.

autres comme *Staphylococcus hominis*. Si le genre *Corynebacterium* (notamment les espèces *C. mucifaciens* et *C. tuberculostrictum*) mérite la palme des mauvaises odeurs, c'est pour son rôle dans la production de deux types de molécules à partir de précurseurs inodores sécrétés par les glandes apocrines : des acides gras et les redoutables thioalcools. *Corynebacterium* produit également de l'acide butyrique à partir d'acides gras à longue chaîne. *Staphylococcus* et *Cutibacterium*, pour leur part, participent à la production d'acides gras à chaîne courte comme l'acide acétique et l'acide propionique (à l'odeur vinaigrée) à partir du glycérol et de l'acide lactique.

Sous les aisselles, on retrouve trois thioalcools issus de l'activité enzymatique de *Corynebacterium tuberculostrictum*, mais aussi de *Staphylococcus hominis*, *S. haemolyticus* et *S. lugdunensis* : le 2-méthyl-3-mercapto butanol-1 ($\text{C}_4\text{H}_9\text{S-CH}_2\text{OH}$), à l'odeur souffrée qui évoque l'oignon ; le 3-mercapto hexanol-1 ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{S-CH}_2\text{OH}$), à l'odeur de soufre et de fruit tropical ; le 3-méthyl-3-mercapto hexanol-1 ou 3M3SH ($\text{C}_6\text{H}_{13}\text{S-CH}_2\text{OH}$), à l'odeur souffrée, d'épices et d'herbe coupée.

Un mot enfin sur le diacétyl, que l'on retrouve sous les aisselles, sous les pieds et sur la tête : il est produit par la fermentation bactérienne de plusieurs acides gras de la sueur. Cette petite molécule, dont le seuil de détection olfactive est très faible, présente la

particularité de créer des sensations odorantes différentes (caramel, beurre ou fromage) selon sa concentration.

CONTRÔLER LES ODEURS?

Après ces énumérations pas forcément appétissantes, y a-t-il moyen d'atténuer certaines de nos émanations odorantes? Deux pistes sont à l'étude. La première consiste à moduler le microbiote cutané par un transfert de microbiote axillaire, tout comme on transplante le microbiote fécal pour traiter certaines maladies intestinales. Chris Callewaert, à l'université de Gand, en Belgique, et ses collègues mènent un essai clinique dans ce sens, où les participants utilisent pendant un mois un spray contenant des bactéries connues pour être associées à une bonne odeur des aisselles, et pendant un mois un placebo, sans que ni eux ni les chercheurs ne sachent par quel spray ils ont commencé.

La seconde piste consiste à appliquer localement des probiotiques (bactéries ou levures) et est explorée par l'industrie cosmétique. Ainsi, la connaissance de nos microbiotes (oral, cutané, intestinal, pulmonaire...) permettrait de mieux cerner et, pourquoi pas, de modifier notre personnalité odorante.

Au-delà de l'envie de plaire et de sentir bon, moduler le microbiote cutané pourrait être d'un grand secours pour ceux qui se font dévorer par les moustiques, un désagrément qui se solde par des démangeaisons mais aussi par un risque accru de graves maladies telles que le paludisme, le chikungunya ou la dengue. Là encore, des variations interindividuelles font que l'on attire plus ou moins ces insectes piqueurs. Les femelles de moustiques sont en effet guidées vers leur victime par des signaux physiques, visuels, thermiques, mais aussi olfactifs.

DIVERSITÉ MICROBIENNE

Chez un homme (*en haut*) et une femme (*en bas*) qui ne se sont pas lavés depuis trois jours, à l'aide d'un coton-tige, prélevez environ 400 échantillons à différents endroits de la peau, analysez leur composition bactérienne (par métagénomique) et leur composition en métabolites (par spectrométrie de masse), puis sur chaque corps, représentez la diversité bactérienne (*à gauche*) et la diversité chimique (*à droite*) de chaque échantillon.

C'est l'expérience qu'Amina Bouslimani, à l'université de Californie à San Diego, et ses collègues ont menée en 2015 sur deux individus. Résultat : la diversité bactérienne varie d'un individu à l'autre, et aucune corrélation n'est observée entre diversité bactérienne et diversité chimique, signe que la composition moléculaire sur la peau n'est pas seulement définie par le microbiote, mais aussi par nos habitudes de vie, notamment les produits cosmétiques et d'hygiène.

