

quand il fait plus frais, et beaucoup d'antilopes peuvent transférer la chaleur du sang artériel vers le sang veineux, rafraîchi lors de son passage dans les naseaux. Mais chez les primates, y compris l'homme, la principale stratégie est la transpiration. Elle rafraîchit l'organisme en produisant à la surface de la peau un liquide, la sueur, qui s'évapore et, ce faisant, évacue de l'énergie thermique. Ce mécanisme de rafraîchissement est très efficace et évite une surchauffe des organes et des tissus.

Mais la sueur diffère selon les espèces. La peau des mammifères contient trois types de glandes sudoripares (qui produisent la sueur) : les glandes sébacées, apocrines et eccrines. Les glandes sébacées et apocrines dominent chez la plupart des espèces. Situées près des follicules pileux – là où naît le poil –, elles produisent un mélange huileux qui enrobe le poil. Cette sueur rafraîchit un peu l'animal à fourrure, mais sa capacité à dissiper la chaleur est faible.

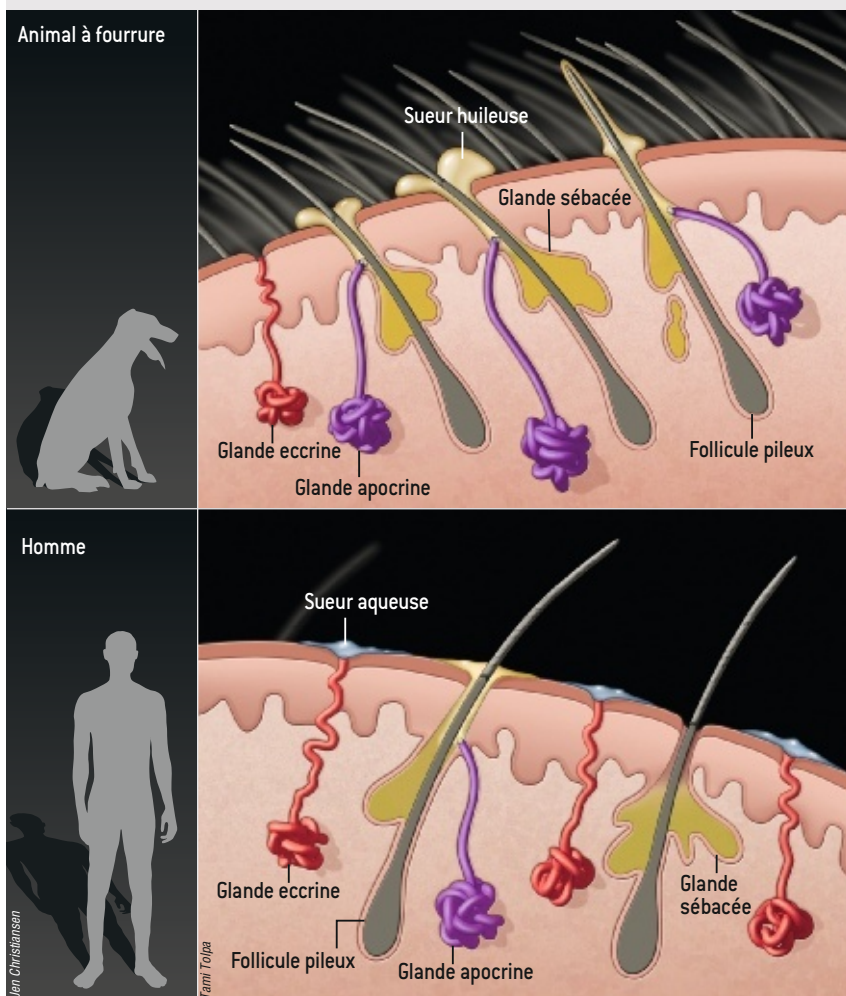
Il y a près de 20 ans, Edgar Folk, de l'Université de l'Iowa aux États-Unis, et ses collègues ont montré que l'efficacité du rafraîchissement diminue à mesure que la fourrure de l'animal se mouille et s'emmêle sous l'effet de cette sueur épaisse et huileuse. En effet, dans ce cas, l'évaporation a lieu à la surface de la fourrure et non à la surface de la peau, ce qui réduit le transfert de chaleur. Pour compenser cette perte d'efficacité thermique et se rafraîchir, l'animal doit boire beaucoup d'eau et réduire ses déplacements.

Outre l'absence de fourrure, l'homme possède de nombreuses glandes eccrines, entre deux et cinq millions. Ces glandes peuvent produire jusqu'à 12 litres de sueur aqueuse par jour. Elles ne se trouvent pas près des follicules pileux, mais près de la surface de la peau où elles libèrent la sueur à travers de minuscules pores (voir l'encadré ci-contre). La combinaison d'une peau presque nue et d'une sueur fluide qui se répand à sa surface, au lieu de s'accumuler dans une fourrure, permet à l'homme d'éliminer efficacement la chaleur en excès.

En fait, en 2007, Daniel Lieberman, de l'Université Harvard, et Dennis Bramble, de l'Université de l'Utah, ont montré que le système de refroidissement de l'homme est si efficace que lors d'un marathon, un jour de forte chaleur, l'homme gagnerait contre un cheval.

TRANSPIRER SANS FOURRURE

La peau humaine, dépourvue de fourrure, évacue mieux l'excès de chaleur de l'organisme qu'une peau couverte de fourrure. Les mammifères possèdent trois types de glandes sudoripares : les glandes apocrines, sébacées et eccrines. Chez la plupart des mammifères, la couche la plus externe de la peau, nommée épiderme, contient un grand nombre de glandes apocrines, regroupées autour des follicules pileux. Ces glandes, avec les glandes sébacées, enrobent les poils de la fourrure d'une sueur huileuse. L'évaporation de cette sueur, qui rafraîchit l'animal en évacuant la chaleur de la peau, se produit à la surface de la fourrure. Cependant, plus l'animal transpire, moins l'élimination de la chaleur est efficace, parce que la fourrure s'emmêle et gêne l'évaporation. En revanche, dans l'épiderme humain, ce sont les glandes eccrines qui prédominent. Ces glandes, situées près de la surface de la peau, libèrent une sueur fluide et aqueuse par de minuscules pores. Outre son évaporation directe sur la peau, cette sueur s'évapore plus facilement que la sueur apocrine, améliorant ainsi le rafraîchissement.



Une alimentation et un climat différents

L'homme est le seul primate sans fourrure doté de nombreuses glandes eccrines. Qu'est-ce qui a favorisé l'émergence d'une peau presque nue et transpirante au moment où la lignée des ancêtres de l'homme moderne a divergé de celle qui a conduit à son plus proche parent, le chimpanzé ? La transformation aurait commencé lors d'un changement climatique.

Grâce à des fossiles d'animaux et de plantes, les scientifiques ont reconstitué les anciennes conditions écologiques. Il y a environ trois millions d'années, la Terre est entrée dans une phase de refroidissement, qui a asséché l'Afrique orientale et centrale où vivaient les ancêtres de l'homme. Avec cette diminution des précipitations, les environnements boisés des premiers hominidés ont laissé place à des prairies de savane ouvertes, et les aliments qui assuraient la subsistance des

australopithèques, à savoir les fruits, les feuilles, les tubercules et les graines, sont devenus rares et disponibles en certaines saisons seulement, comme ce fut le cas pour les sources d'eau douce. En réaction à cette diminution des ressources, les ancêtres de l'homme ont dû abandonner leurs habitudes sédentaires pour un mode de vie plus actif. Ils ont recherché de la nourriture et de l'eau en parcourant des trajets de plus en plus longs.

C'est aussi à ce moment-là que les hominidés ont commencé à introduire la viande dans leur alimentation, comme en attestent des outils en pierre et en os d'animaux datant d'il y a environ 2,6 millions d'années. Les aliments carnés sont plus riches en calories que les aliments d'origine végétale, mais ils sont plus rares. Les animaux carnivores doivent donc parcourir un plus vaste territoire que les herbivores pour se procurer assez de nourriture.

Une activité intense

En outre, les proies animales bougent, ce qui signifie que les prédateurs doivent dépenser plus d'énergie pour obtenir leur repas. Ainsi, le corps des hominidés chasseurs ou charognards, qui passaient encore du temps dans les arbres, était proche de celui des grands singes, mais il a évolué en un corps muni de longues jambes, adapté à la marche et à la course soutenues.

Toutefois, cette augmentation importante de l'activité des hominidés avait un prix : une élévation de la température corporelle et un risque de surchauffe. Au début des années 1980, Peter Wheeler, de l'Université John Moore de Liverpool, en Angleterre, a simulé la chaleur à laquelle les ancêtres de l'homme ont dû résister dans la savane. En 1994, en utilisant ses résultats, nous avons montré que l'intensification de la marche et de la course, au cours desquelles l'activité musculaire produit beaucoup de chaleur,

L'intensification de la marche et de la course aurait nécessité que les hominidés perdent leur fourrure.

aurait nécessité que les hominidés perdent leur fourrure et améliorent leur capacité de transpiration eccrine pour éviter la surchauffe.

Quand cette métamorphose s'est-elle produite ? Grâce aux fossiles, on a une idée approximative de l'époque à laquelle les ancêtres de l'homme ont commencé à adopter des modes de locomotion modernes. Des études indépendantes de D. Lieberman et de Christopher Ruff, de l'Université Johns Hopkins aux États-Unis, ont montré qu'il y a environ 1,6 million

d'années, un premier membre du genre humain, nommé *Homo ergaster*, avait acquis des proportions corporelles modernes favorisant des marches et des courses prolongées (voir l'encadré page 66).

En outre, des détails des surfaces articulaires de la cheville, du genou et de la hanche montrent que ces hominidés pratiquaient effectivement de telles activités. En conséquence, selon les preuves fossiles, la transition vers la peau nue et un système de transpiration eccrine devait déjà être amorcée il y a 1,6 million d'années pour compenser les excès de chaleur corporelle qui accompagnaient le nouveau mode de vie plus actif des hominidés.

Les recherches en génétique sur la couleur de la peau fournissent un autre indice pour dater l'émergence de la peau presque glabre. En 2004, Alan Rogers, de l'Université de l'Utah aux États-Unis, et ses collègues ont examiné des séquences du gène humain *MC1R*, qui participe à la pigmentation de la peau. L'équipe a montré qu'un variant particulier du gène, toujours présent chez les Africains à pigmentation foncée, est apparu il y a 1,2 million d'années. On pense que les premiers ancêtres humains avaient une peau rosée couverte d'une fourrure noire, un peu comme les chimpanzés aujourd'hui ; après la perte de la fourrure, l'acquisition d'une peau foncée, faisant écran au soleil, aurait été une évolution indispensable.

Mais comment les hominidés ont-ils évolué après avoir perdu leur fourrure ?

La théorie du primate aquatique n'est pas valable

Parmi les différentes théories qui tentent d'expliquer l'évolution de la peau chez l'homme, la théorie du primate aquatique a le plus attiré l'attention et a reçu le plus grand soutien. Selon cette théorie, les hommes sont passés par une phase aquatique au cours de leur évolution.

Énoncée pour la première fois par le zoologiste anglais sir Alister Hardy en 1960, la théorie du primate aquatique a ensuite été soutenue par l'écrivain Elaine Morgan, qui continue à la promouvoir dans ses cours et ses écrits. Pourtant, cette théorie est fautive.

La théorie du primate aquatique prétend qu'il y a environ cinq à

sept millions d'années, le bouleversement tectonique de la vallée du rift, en Afrique de l'Est, a coupé les premiers ancêtres de l'homme de leurs environnements favorisés, les forêts tropicales.

Ces hommes ont donc dû s'adapter à une vie semi-aquatique dans les marais, le long des côtes et dans les plaines inondables, où ils ont vécu pendant près d'un million d'années. E. Morgan voit des preuves de cette phase aquatique dans plusieurs caractéristiques anatomiques que les hommes ont en commun avec des mammifères aquatiques et semi-aquatiques, mais pas avec ceux de la savane. Ces traits communs sont notamment la peau

nue, un faible nombre de glandes sudoripares apocrines et une couche de graisse sous la peau.

Mais la théorie du primate aquatique est indéfendable pour trois raisons principales. Premièrement, les mammifères aquatiques diffèrent déjà beaucoup entre eux quant à la présence de ces caractéristiques aquatiques mentionnées par E. Morgan. En conséquence, il n'existe pas de relation simple entre la quantité de poils que présente un animal et l'environnement dans lequel il vit. Deuxièmement, les données fossiles montrent que les habitats aquatiques étaient envahis de crocodiles et d'hippopotames. Les ancêtres de l'homme n'auraient eu

aucune chance de survivre face à de telles créatures. Troisièmement, cette théorie est trop complexe. Elle soutient que les hommes sont passés d'un mode de vie terrestre à un mode semi-aquatique, puis seraient revenus vivre sur la terre ferme. John Langdon, de l'Université d'Indianapolis aux États-Unis, défend une interprétation plus simple des données fossiles : les hommes ont toujours vécu sur la terre ferme et le changement climatique, qui a favorisé l'extension des prairies de la savane aux dépens des forêts, aurait permis à l'homme d'évoluer vers une peau quasi nue. D'un point de vue scientifique, l'explication la plus simple est souvent la meilleure.