

Auto-construction

Phillip Ball. Nature. 2013.

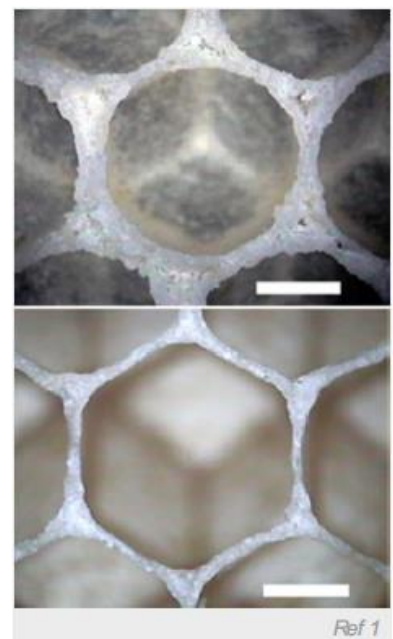
How honeycombs can build themselves.

Physical forces rather than bees' ingenuity might create the hexagonal cells.

The perfect hexagonal array of bees' honeycombs, admired for millennia as an example of natural pattern formation, owes more to simple physical forces than to the skill of bees, according to a new study. Engineer Bhushan Karihaloo at the University of Cardiff, UK, and his co-workers say that bees simply make cells that are circular in cross section and are packed together like a layer of bubbles. According to their research, which appears in the *Journal of the Royal Society Interface*, the wax, softened by the heat of the bees' bodies, then gets pulled into hexagonal cells by surface tension at the junctions where three walls meet. [...]

Hot wax Karihaloo and his colleagues seem to have clinched this argument with their study. The team interrupted honeybees making a comb by smoking them out of the hive, and found that the most recently built cells have a circular shape, whereas those just a little older have developed into hexagons. The authors say that the worker bees that make the comb knead and heat the wax with their bodies until it reaches about 45 °C - warm enough to flow like a viscous liquid.

The idea that the bees might first make circular cells, which become hexagonal subsequently, was proposed by Charles Darwin. But he was unable to find convincing evidence of it. Karihaloo explains that he and his colleagues got their idea from earlier experiments they conducted on a bundle of circular plastic straws, which developed hexagonal cross-sections when heated and squeezed. It might seem like there is not much left for the bees to do once they've made the circular cells. But they do seem to be expert builders. They can, for example, use their head as a plumb-line to measure the vertical, tilt the axis of the cells very slightly up from the horizontal to prevent the honey from flowing out, and measure cell wall thicknesses with extreme precision. Might they not, then, continue to play an active part in shaping the circular cells into hexagons, rather than letting surface tension do the job? Physicist and bubble expert Denis Weaire of Trinity College Dublin suspects that they might, even though he acknowledges that "surface tension must play a role". Weaire adds that "if the bee's internal temperature is enough to melt wax, the temperature of the hive will always be close to the melting point, so the wax will be close to being fluid. This may be more of a nuisance than an advantage." But Karihaloo explains that not all the bees act as 'heaters'. "The ambient temperature inside the comb is just 25 °C", he says. Besides, he adds, the insects strengthen the walls over time by adding other materials to it, creating a kind of composite.



When first made, the comb cells of the Italian honeybee (*Apis mellifera Ligustica*) are circular (top), but after two days they already look more hexagonal (bottom).

Traduction

Phillip Ball. Nature. 2013.

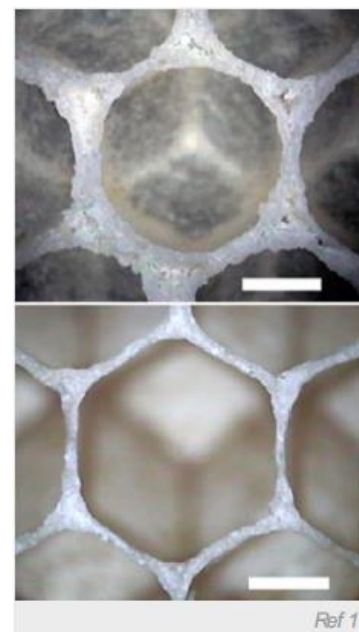
Comment les nids d'abeilles peuvent se construire eux-mêmes.

Les forces physiques plutôt que l'ingéniosité des abeilles pourraient créer les cellules hexagonales.

Le réseau hexagonal parfait de nids d'abeilles, admiré depuis des millénaires comme un exemple de formation de motifs naturels, doit plus à de simples forces physiques qu'à l'habileté des abeilles, selon une nouvelle étude. L'ingénieur Bhushan Karihaloo de l'Université de Cardiff, au Royaume-Uni, et ses collègues disent que les abeilles fabriquent simplement des cellules de section circulaire et emballées ensemble comme une couche de bulles. Selon leurs recherches, qui paraissent dans le Journal of the Royal Society Interface, la cire, ramollie par la chaleur du corps des abeilles, est ensuite tirée dans les cellules hexagonales par tension superficielle aux jonctions où trois parois se rencontrent. [...]

Karihaloo et ses collègues semblent avoir conclu de leur étude cet argument de la cire chaude. L'équipe a interrompu la fabrication d'un rayon par les abeilles en les fumant hors de la ruche et a constaté que les cellules les plus récemment construites ont une forme circulaire, tandis que celles un peu plus âgées se sont développées en hexagones. Les auteurs disent que les abeilles ouvrières qui pétrissent et chauffent la cire avec leur corps jusqu'à ce qu'elle atteigne environ 45 °C, ce qui est assez chaud pour qu'elle coule comme un liquide visqueux.

L'idée que les abeilles pourraient d'abord fabriquer des cellules circulaires, qui deviennent hexagonales par la suite, a été proposée par Charles Darwin. Mais il n'a pas été en mesure d'en trouver des preuves convaincantes. Karihaloo explique que lui et ses collègues ont eu leur idée d'expériences antérieures qu'ils ont menées sur un faisceau de pailles circulaires en plastique, qui ont développé des sections transversales hexagonales lorsqu'elles étaient chauffées et pressées. Il peut sembler qu'il ne reste plus grand-chose à faire pour les abeilles une fois qu'elles ont créé les cellules circulaires. Mais ils semblent être des constructeurs experts. Ils peuvent, par exemple, utiliser leur tête comme une ligne à plomb pour mesurer la verticale, incliner très légèrement l'axe des cellules vers le haut par rapport à l'horizontale pour empêcher le miel de s'écouler, et mesurer les épaisseurs de paroi cellulaire avec une extrême précision. Ne pourraient-ils pas, alors, continuer à jouer un rôle actif dans la formation des cellules circulaires en hexagones, plutôt que de laisser la tension superficielle faire le travail ? Le physicien et expert en bulles Denis Weaire du Trinity College de Dublin soupçonne qu'ils le pourraient, même s'il reconnaît que « la tension superficielle doit jouer un rôle ». Weaire ajoute que « si la température interne de l'abeille est suffisante pour faire fondre la cire, la température de la ruche sera toujours proche du point de fusion, de sorte que la cire sera proche d'être fluide. Cela peut s'avérer plutôt une nuisance qu'un avantage. » Mais Karihaloo explique que toutes les abeilles n'agissent pas comme des « réchauffeurs ». « La température ambiante à l'intérieur du peigne n'est que de 25 °C », dit-il. En outre, ajoute-t-il, les insectes renforcent les murs au fil du temps en y ajoutant d'autres matériaux, créant une sorte de composite.



Lors de leur première création, les cellules en rayon de l'abeille italienne (*Apis mellifera Ligustica*) sont circulaires (en haut), mais après deux jours, elles semblent déjà plus hexagonales (en bas).