

taupe



Kenneth Catania

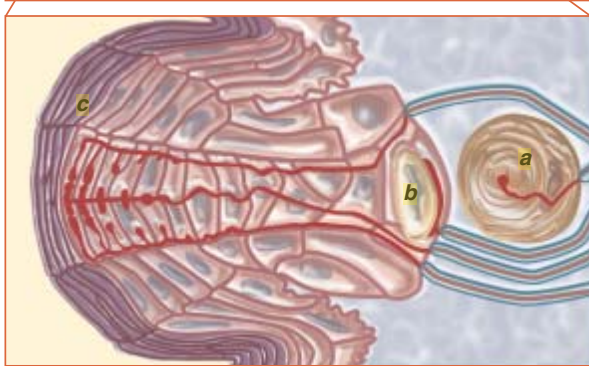
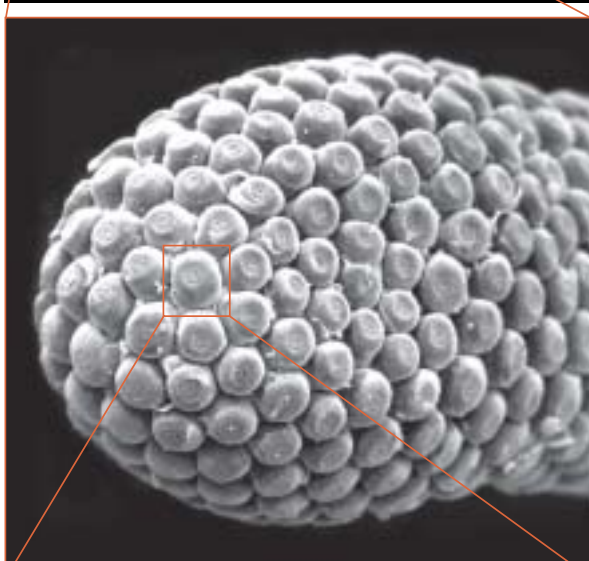
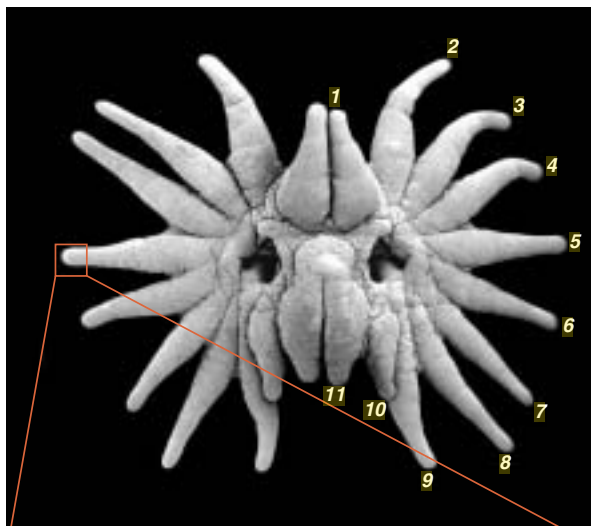
«Le nez de Cléopâtre : s'il eût été plus court, toute la face de la Terre aurait changé» disait Pascal. «Le nez de la taupe au nez étoilé : s'il eût été plus commun, toute l'étude des mammifères aurait changé» ironiserait le zoologiste. Plus encore, dans la *Pensée* qui s'achève par cette phrase, l'inventeur de la calculatrice considère les causes et les effets de l'amour et affirme qu'un «*Je ne sais quoi* [...] remue toute la Terre!» Il connaissait à coup sûr la taupe au nez étoilé, cet animal fouisseur des sous-sols des régions humides de l'Amérique du Nord! Au bout de son museau, 22 appendices charnus disposés en une étoile rose entourent son nez et s'agitent rapidement lorsque l'animal explore son environnement (voir la figure 1). Ses deux gros membres antérieurs griffus complètent le tableau et font de la taupe au nez étoilé un mystère biologique qui rend plus probable l'existence d'animaux réputés fabuleux, tels les dragons et les griffons. Comment cette créature a-t-elle évolué? À quoi sert cette étoile? Comment fonctionne-t-elle? Toutes ces questions mènent à l'étude d'un cerveau remarquablement spécialisé qui éclaire l'organisation et l'évolution du système nerveux des mammifères.

Les taupes au nez étoilé pèsent à peine 50 grammes, et vivent dans des tunnels peu profonds. Elles chassent aussi bien sous la terre que sous l'eau. Insectivores comme la trentaine d'espèces qui compose la famille des taupes, les talpidés, elles ont un métabolisme élevé et donc un grand appétit qui leur impose de trouver beaucoup de proies pour survivre aux froids hivers nordiques. Les taupes au nez étoilé mangent des vers de terre, mais aussi de nombreux petits invertébrés et des larves d'insectes qu'elles trouvent dans la terre meuble et dans les feuillages, ainsi que dans les mares et les cours d'eau dont elles explorent le fond à la recherche de leurs proies. L'étoile est utilisée lors de la chasse : elle n'est ni un élément du système olfactif ni une sorte de patte supplémentaire qui collecterait de la nourriture, mais plutôt un organe du toucher d'une sensibilité sans égale.

L'examen de l'étoile avec un microscope électronique à balayage révèle qu'elle est entièrement constituée d'organes sensoriels, comme la rétine de l'œil des mammifères. La surface de chacun des 22 appendices qui entourent les narines est composé d'un assemblage de protubérances microscopiques, ou papilles, nommées organes d'Eimer (voir la figure 3). Chaque organe d'Eimer est constitué de structures neuronales qui transmettent divers types de signaux tactiles. Ces récepteurs sensoriels sont de trois types. À la base de l'organe, chaque terminaison nerveuse est enveloppée par une cellule de Schwann ; cette cellule de support s'enroule autour de la terminaison. Ce récepteur lamellaire transmet des informations sommaires relatives aux vibrations perçues et au premier contact avec un objet. Puis, au-dessus de ce récepteur, une autre fibre nerveuse est reliée à une cellule dite de Merkel. Contrairement au récepteur lamellaire, cet assemblage – le complexe de Merkel – ne réagit que si la pression sur la peau se prolonge. Ces deux types de récepteurs sont fréquents dans la peau des mammifères.

Enfin, à l'extrémité de chaque organe d'Eimer, de nombreuses terminaisons nerveuses forment des renflements sphériques, juste sous la peau. Ces récepteurs, caractéristiques des taupes, renseignent l'animal sur la texture microscopique de diverses surfaces.

1. LE NEZ de cette taupe est l'un des organes du toucher les plus sensibles du règne animal, un organe qui fonctionne à la façon... d'un œil.



2. LES 22 APPENDICES DE L'ÉTOILE (en haut) sont constitués d'organes sensoriels (au milieu), les organes d'Eimer. Chacun d'eux (en bas) est composé d'éléments communs à un grand nombre d'animaux : à la base, une terminaison nerveuse entourée d'une cellule de Schwann (a) transmet les informations relatives aux vibrations et au premier contact avec un objet, et une autre fibre nerveuse liée à une cellule de Merkel (b) signale une pression prolongée. En revanche, à l'extrémité de chaque organe d'Eimer, le réseau de renforcements neuronaux (c) situé juste au-dessous de la surface extérieure de la peau n'existe que chez les taupes : il confère à l'animal une grande sensibilité aux détails des surfaces.

La surface de l'étoile, inférieure à un centimètre carré, renferme plus de 25 000 organes d'Eimer, eux-mêmes reliés à plus de 100 000 fibres nerveuses qui véhiculent l'information jusqu'au système nerveux central et jusqu'au cortex, le centre de traitement des informations des mammifères, très évolué. Équipée d'une telle panoplie de récepteurs, la taupe a une sensibilité sensorielle hors du commun lorsqu'elle rode dans ses repaires en quête de proies.

Un nez-œil

On ne peut suivre les mouvements de l'étoile à l'œil nu : une caméra ultra-rapide révèle qu'elle touche au moins 12 fois par seconde la surface explorée ! Ainsi, on a observé en laboratoire qu'elle peut détecter cinq proies, par exemple des petits vers, en une seule seconde.

La façon dont la taupe utilise son étoile est encore plus étonnante que sa rapidité d'action : elle s'en sert comme d'un œil. Essayez de lire cette phrase sans bouger vos yeux, et vous comprendrez que notre système visuel est divisé en deux ensembles fonctionnels. Seule une petite partie d'une scène, contenue dans un angle d'environ un degré, est analysée précisément par la zone centrale de la rétine, la fovea, où la résolution est élevée. L'essentiel de la rétine, bien plus vaste, ne sert qu'à localiser les zones potentiellement importantes qui seront analysées ensuite. Les mouvements rapides des yeux, grâce auxquels on recentre la fovea à haute résolution sur la zone importante, sont des saccades.

De même que de nos saccades nous balayons une scène avec nos yeux, les taupes au nez étoilé déplacent l'étoile pour explorer leur environnement tactile au cours de leurs déplacements dans leurs galeries (voir la figure 3). Elles prospectent de vastes zones grâce aux organes d'Eimer des 22 appendices. En revanche, dans une zone qui les intéresse, par exemple une source de nourriture, les taupes au nez étoilé n'utilisent plus qu'une seule paire d'appendices pour des investigations plus précises. L'être humain est doté d'une fovea pour la vue, tandis que la taupe au nez étoilé est pourvue d'une fovea pour le toucher. La fovea de la taupe est constituée de la paire inférieure des appendices courts situés au-dessus de la bouche, la onzième paire d'appendices. Cette partie de l'étoile est la plus riche en terminaisons nerveuses sensorielles. Les mouvements rapides de l'étoile visant à repositionner la fovea tactile vers les objets intéressants équivalent aux saccades du système visuel.

Ces ressemblances se poursuivent dans l'organisation du système nerveux. Non seulement, chez l'homme, l'anatomie de la rétine optimise la résolution de la fovea, mais, en plus, dans le cerveau, les aires dédiées au traitement des informations visuelles privilégient celles de la fovea. Par ailleurs, dans les systèmes sensoriels des mammifères, l'organisation topographique des aires cérébrales qui traitent l'information reflète celle des récepteurs sensoriels : par exemple, les zones corticales dédiées à la vision contiennent des cartes de la rétine, les zones auditives celles des récepteurs de la cochlée et les zones tactiles contiennent des cartes de la surface corporelle. Le système sensoriel de la taupe au nez étoilé est construit de la même façon.

Avec Jon Kaas, de l'Université Vanderbilt, nous avons étudié l'organisation du cortex de la taupe au nez étoilé. Pour ce faire, nous avons enregistré l'activité des neurones de différentes régions corticales. Nous avons ainsi