

## Le cerveau de l'abeille

On parle souvent de l'intelligence collective des abeilles qui se reflète dans les décisions prises par la colonie entière et qui lui permette de survivre : les soins collectifs au couvain, la récolte commune de nourriture ou encore la formation de la grappe d'abeilles pour le maintien de la température pendant les longs mois hivernaux. Plus rarement, on s'attarde aux capacités d'apprentissage et de mémorisation individuelles des abeilles. Je vous invite ici à prendre une petite pause du travail dans vos colonies pour faire une incursion dans la micro-tête de l'abeille afin d'y découvrir ses capacités impressionnantes.

### Gros cerveau = gros boulot?

Les gros cerveaux sont, au moins partiellement, une conséquence biophysique présente chez les gros animaux; en général plus un animal est gros, plus son cerveau sera gros. Les plus gros cerveaux contiennent généralement un grand nombre de connexions neuronales qui permettent à l'animal d'augmenter le détail dans la perception, la possibilité de traitement d'informations en parallèle et d'augmenter la capacité de mémorisation nécessaire aux comportements plus complexes<sup>1</sup>. Le cerveau de l'abeille mesure seulement 1 millimètre cube et contient 900 000 neurones comparativement aux 100 milliards qui composent le cerveau humain. Malgré ce nombre restreint de neurones, l'abeille, pour chercher les sources de nourriture, est capable de mémoriser des trajets, d'interpréter des stimuli et de faire varier son comportement en fonction du meilleur choix pour la colonie.

### Couleurs et odeurs

Cela fait maintenant près d'un siècle que l'on étudie les mécanismes d'apprentissage et de mémorisation chez l'abeille. C'est à monsieur Karl Von Frisch que l'on doit les premières découvertes des capacités d'apprentissage de l'abeille en 1914<sup>2</sup>. À cette époque, il avait découvert qu'elle était capable d'associer différents indices sensitifs (odeur florale par exemple) si elle reçoit une récompense sucrée. Dans son livre *Vie et mœurs des abeilles*, Von Frisch décrit comment rapidement, une abeille peut être entraînée à reconnaître une nouvelle odeur associée à une récompense, ce qu'il appelait « dressage au parfum ». Il s'est par la suite intéressé au rôle de la couleur des fleurs dans le comportement de butinage de l'abeille. Avant ses travaux, on ne savait pas que les insectes pouvaient percevoir les couleurs; par ses expérimentations, il a démontré que les abeilles pouvaient être entraînées à aller sur une carte de couleur et ignorer les cartes grises. On sait maintenant que l'abeille ne perçoit pas le rouge, mais voit un spectre de couleurs qui va de l'orange à l'ultraviolet<sup>3</sup>. C'est cette capacité de l'abeille qui lui a permis de co-évoluer avec les plantes puisqu'en général les fleurs les plus colorées vont recevoir davantage de visites de pollinisateurs. Depuis, de nombreux chercheurs ont exploité l'appétit de l'abeille pour comprendre le fonctionnement de l'apprentissage et de la mémoire chez cet insecte.

## Récompense : protocole d'extension du proboscis

Le « dressage au parfum » de Karl von Frisch a permis le développement du protocole d'extension du proboscis établi par Takeda en 1961. Ce protocole consiste à présenter une odeur non connue par l'abeille en même temps qu'une goutte de sirop sucrée<sup>4</sup>. Une abeille va, par réflexe inné, étirer sa langue pour prendre la récompense. Après 1 à 3 essais, l'abeille à qui l'on présente seulement la nouvelle odeur sans la récompense sucrée va sortir sa langue puisqu'elle aura fait l'association entre le stimulus et la récompense. De plus, 2 semaines après l'entraînement, l'exposition à la seule odeur déclenche le réflexe d'extension indiquant que l'abeille possède une mémoire à court, moyen et long terme. C'est une forme de conditionnement, tout comme le réflexe des chiens des expériences de Pavlov qui commençaient à saliver en entendant le son de la cloche annonçant le repas. Ce protocole a été énormément utilisé dans les dernières décennies pour comprendre les bases du comportement d'apprentissage lié à la nutrition chez l'abeille au niveau comportemental, mais également au niveau cellulaire et moléculaire. Ce test a entre autres permis de comprendre quels sont les composés moléculaires qui permettent à l'abeille de reconnaître une fleur particulière dont le parfum floral est composé d'une association complexe de centaines de molécules.

## Concepts avancés

Des chercheurs du Centre de Recherches sur la Cognition Animale de Toulouse ont découvert que les abeilles sont capables de maîtriser des concepts complexes pour accéder à des sources de nourritures<sup>5</sup>. En effet, encore avec le système de conditionnement, les chercheurs ont réussi à entraîner des abeilles à associer une récompense placée sur une paire d'image placée soit côte à côte ou soit une au-dessus de l'autre. Après une trentaine d'entraînements, les abeilles ont été capables de reconnaître le concept de positionnement de l'image (côte à côte ou dessus/dessous) et ainsi d'aller directement vers le type de positionnement d'image associé à la récompense sucrée. Avant cette étude, on croyait que seul un cerveau aussi développé que ceux des mammifères était nécessaire afin de faire des associations aussi complexes alors qu'il semblerait qu'un nombre restreint de neurones suffise. L'équipe tente maintenant d'identifier le réseau de neurones impliqués dans ce type de mémorisation.

Une colonie d'abeilles placée dans un nouvel environnement prendra soin d'envoyer en éclaireur des butineuses qui sillonneront les kilomètres entourant la colonie, noteront les repères visuels et mémoriseront le trajet pour accéder aux sources alimentaires les plus payantes du voisinage. Tout cela en prenant soin d'évaluer les réserves de sucre présentes dans leur jabot, carburant nécessaire au bon retour à la ruche afin de communiquer ces précieuses informations aux congénères. Gageons que ces qualités de navigation, d'exploration et de mémorisation seront bien difficiles à imiter par les robots pollinisateurs du futur!

« Aucun être vivant, même pas l'homme, n'a réalisé au centre de sa sphère ce que l'abeille a réalisé dans la sienne ; et si une intelligence étrangère à la nôtre venait à demander à la terre l'objet le plus parfait de la logique de la vie, il faudrait lui présenter l'humble rayon de miel » Maurice MAETERLINCK « La vie des abeilles »

## Sources

- 1- Chittka, L., & Niven, J. (2009). Are bigger brains better? *Current biology*, 19(21), R995-R1008.
- 2- Frisch, K. V. 1955. *Vie et moeurs des abeilles*. Berlin, Heidelberg.
- 3- How Bees See and why it matters. 2016. Bee Culture :<http://www.beeeculture.com/bees-see-matters/>
- 4- Takeda K. 1961. Classical conditioned response in the honey bee. *J Insect Physiol* 6: 168–179
- 5- Avarguès-Weber, A., & Giurfa, M. 2013. Conceptual learning by miniature brains. *Proc. R. Soc. B*, 280(1772), 20131907.