

LE LABYRINTHE ET LES RÉSEAUX DE TOSHIYUKI NAKAGAKI

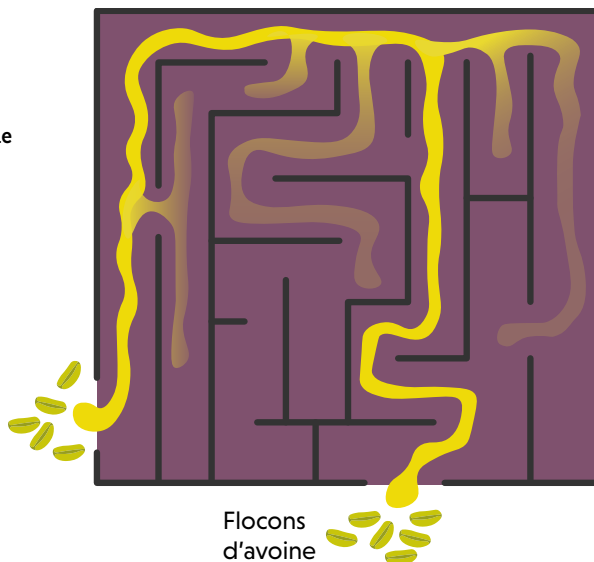
En 2000, Toshiyuki Nakagaki, de l'université d'Hokkaido, a décroché son premier prix Ig Nobel (une parodie de prix Nobel récompensant des travaux de recherche insolites) en montrant que le blob pouvait trouver le plus court chemin pour sortir d'un labyrinthe. Il a obtenu un second prix Ig Nobel en démontrant que le blob pouvait planifier des réseaux, ferroviaires ou autres, mieux que les humains !

Le labyrinthe

Dans cette expérience, des blobs placés dans un labyrinthe devaient repérer deux sources de nourriture situées chacune à une sortie du labyrinthe. Les blobs se sont tout d'abord étalés et ont fusionné de façon à former un seul blob qui a rempli à lui seul le labyrinthe. Les deux points de nourriture étant alors localisés, le blob a abandonné les chemins inutiles de façon à n'emprunter que la route la plus courte reliant les deux sorties.

Le réseau ferroviaire de Tokyo

Ici, Toshiyuki Nakagaki a recréé dans une boîte une minicarte de la région de Tokyo et a déposé un flocon d'avoine à l'emplacement de chaque ville de la région. Il a ensuite placé un blob à l'emplacement de Tokyo et l'a laissé explorer son environnement. À chaque fois que le blob rencontrait un flocon d'avoine, il déployait une veine entre sa position initiale et le flocon. Ainsi, à la fin de l'expérience, le blob avait formé un réseau plus efficace et plus robuste que le réseau ferroviaire existant. Dans le réseau du blob, toutes les villes restaient connectées même si un lien était rompu, et les chemins empruntés apparaissaient à la fois plus courts et moins redondants.



de la réception des molécules induirait une baisse de sensibilité vis-à-vis de cette molécule. La fusion de deux blobs permettrait d'échanger ces protéines, et c'est ainsi qu'un blob naïf deviendrait moins sensible à une molécule aversive qu'il n'a jamais rencontrée.

Selon la troisième hypothèse, la plus parcimonieuse et la plus élégante, le blob incorporerait les répulsifs dans le cytoplasme circulant à l'intérieur du réseau de veines, qui agit comme une forme de mémoire. Par exemple, le cytoplasme s'enrichirait en sel à force de traverser des ponts salés ; par conséquent, le blob ne serait plus gêné par le sel, puisque la différence de concentration en sel entre l'extérieur et l'intérieur de la cellule serait faible.

De plus en plus d'études montrent que des organismes longtemps considérés comme simples sont finalement capables de nous étonner. L'utilisation du terme « apprentissage » pouvait sembler inappropriée pour décrire le comportement d'un organisme unicellulaire. Nous avons l'habitude d'utiliser ce terme pour des humains ou des animaux qui nous sont proches, voire pour des insectes, mais en aucun cas pour des organismes dépourvus de système nerveux. Pourtant, les comportements du blob sont en adéquation avec les définitions que l'on donne de l'apprentissage. D'un point de vue évolutif, ces résultats ne sont cependant pas

étonnants. L'évolution d'un comportement correspond à une modification très lente d'un caractère ayant initialement des fonctions ou des mécanismes potentiellement bien différents. Le type d'apprentissage observé chez le blob serait alors une forme primitive des modes d'apprentissage actuels des organismes dotés d'un système nerveux ou de tout autre mécanisme sous-tendant la même fonction, à savoir une adaptation optimale au milieu.

UN MODÈLE BIOLOGIQUE

Bien sûr, l'utilisation d'un modèle biologique tel que *Physarum polycephalum* n'a pas la prétention de répondre à toutes les grandes questions de la biologie. Mais cet organisme offre un cadre assez simple pour comprendre plus finement l'articulation entre le fonctionnement intracellulaire (moléculaire et génétique) et l'expression d'un comportement. *Physarum polycephalum* n'étant qu'une cellule, toutes les modifications intracellulaires se répercutent en effet potentiellement sur le plan extracellulaire. Alors que pour des organismes constitués de nombreux niveaux biologiques différents (molécules, cellules, organes), il faut étudier tous ces niveaux ensemble pour comprendre comment ils interagissent et quels sont leurs impacts sur un comportement : une tâche bien plus complexe qu'avec le blob ! ■

BIBLIOGRAPHIE

A. Dussutour, **Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le blob sans jamais oser le demander**, Éditions des Équateurs, 2017.

D. Vogel et A. Dussutour, **Direct transfer of learned behaviour via cell fusion in non-neural organisms**, *Proc. R. Soc. B*, en ligne, 21 décembre 2016.

R. P. Boisseau et al., **Habituation in non-neural organisms : Evidence from slime moulds**, *Proc. R. Soc. B*, en ligne, 27 avril 2016.

Voir les fleurs comme une abeille

Toutes les photographies sont des auteurs, Aline Raynal-Roques et Albert Rogueant

LES INSECTES SONT, CONTRAIREMENT AUX HUMAINS, SENSIBLES À L'ULTRAVIOLET. CETTE CAPACITÉ LEUR CONFÈRE UNE VISION DES FLEURS BIEN DIFFÉRENTE DE LA NÔTRE. DÉMONSTRATION AVEC DES PRISES DE VUE SOUS ÉCLAIRAGE ULTRAVIOLET.



La fleur de passiflore (*Passiflora caerulea*)
vue à la lumière ultraviolette.

LES AUTEURS



ALINE RAYNAL-ROQUES
botaniste et professeure
honoraire du Muséum
national d'histoire
naturelle, à Paris



ALBERT ROGUENANT
entomologiste
et botaniste spécialiste
des Broméliacées

Pour se reproduire, la plupart des plantes doivent recevoir du pollen, provenant de préférence d'un autre individu. Ce transport est souvent assuré par des insectes, qui trouvent dans les fleurs de la nourriture sous forme de pollen ou de nectar.

Au fil de l'évolution, les plantes ont développé différents moyens (parfum, couleurs...) d'attirer et guider les insectes vers le pollen. Sur le plan visuel, le rayonnement ultraviolet, dont l'énergie représente 5 % de la lumière du jour, tient une place essentielle : beaucoup d'insectes, notamment les Hyménoptères, dont font partie les abeilles, y sont sensibles, à la différence des humains.

Avec les trois pics de sensibilité de leurs yeux (jaune-vert, bleu et ultraviolet), les abeilles ont donc une perception des couleurs d'une fleur différente de la nôtre. Pour se faire néanmoins une idée approximative de la perception de l'insecte, une solution consiste à éclairer la fleur uniquement à la lumière ultraviolette. Les ultraviolets sont en partie absorbés par les structures et pigments des différents organes floraux ; ce rayonnement incident est partiellement converti (par photoluminescence) en lumière visible réémise. L'observateur humain peut alors voir la fleur dans ses « nouvelles » couleurs et la photographier.

C'est ce que nous avons fait avec diverses espèces de plantes. Pour ce faire, nous utilisons un appareil photo numérique (un Nikon D700) avec, comme source de lumière ultraviolette, deux tubes fluocompacts (modèle Philips PL-S 9W/08/2P) qui émettent principalement des ultraviolets A, proches du spectre visible. La prise de vue s'effectue dans le noir complet.

Les résultats sont étonnants. Ils montrent que les couleurs florales vues sous éclairage ultraviolet sont parfois très différentes des couleurs vues en lumière du jour. Et que des fleurs distinctes mais de même couleur ont parfois, sous éclairage ultraviolet, des couleurs complètement différentes. Outre le plaisir esthétique qu'elles procurent, les photographies révèlent les repères et attracteurs visuels qui guident les insectes vers les organes floraux essentiels à la reproduction de la plante : des balises en quelque sorte, au rôle analogue à celles dont sont équipés les aéroports ! ■

AUBERGINE (*SOLANUM MELONGENA*)

Ci-contre. En lumière blanche, les feuilles et tiges de l'aubergine, vertes, portent de courts poils blancs peu visibles. La corolle est rose et porte, en son centre, les étamines dressées, jaune d'or, productrices de pollen. Chaque pétale porte, à sa base, un sillon médian nectarifère ombré de vert.

Ci-dessous. En éclairage ultraviolet, les feuilles et les tiges sont rosées, tapissées de poils étoilés luminescents, bleu clair. La corolle, violette, est également constellée de poils étoilés.

Les sillons nectarifères de la base des pétales sont roses.

Les sommets des pétales sont couverts de poils luminescents denses. Les étamines ouvertes au sommet libèrent le pollen, qui est bleu luminescent.

L'insecte, attiré par les balises luminescentes, est ainsi guidé vers le nectar et le pollen.

