

EDITORIAL

DES ABEILLES DANS MON JARDIN

Anna BENCSIK et Nathalie ACCART

L'histologie (du grec ancien ἵστος tissu et λόγος discours) est une discipline de la biologie et de la médecine qui étudie les tissus biologiques. Elle est à mi-chemin entre la biologie cellulaire, l'anatomie, la biochimie et la physiologie. Son fondateur, l'anatomiste Xavier Bichat (1771-1802), créa cette notion d'anatomie microscopique. Elle a pour but d'explorer la structure des organismes vivants, les rapports constitutifs et fonctionnels entre leurs éléments fonctionnels, ainsi que le renouvellement des tissus. Elle participe à l'exploration des processus pathologiques et de leurs effets. Les techniques de base, apparues vers 1800, reposent sur les réactions de molécules chimiques avec les constituants des cellules. Elles exploitent les caractéristiques de charge, tinctoriale et d'appariement, de certains composés. Ces techniques d'histochimie ont sans cesse été revisitées, adaptées et améliorées par l'avènement des anticorps, de la fluorescence et des systèmes d'imagerie de haute résolution. Au commencement les réactifs chimiques disponibles étaient le dichromate de potassium, l'alcool et le chlorure mercurique pour durcir les tissus. Les techniques de coloration utilisées étaient le carmin, le nitrate d'argent, la Giemsa, les colorations Trichrome, la coloration de Gram et l'Hématoxyline. Ces techniques de base ont été améliorées au fur et à mesure des années et siècles, s'alignant sur les besoins d'efficacité, de reproductibilité et avec des procédures moins complexes. Beaucoup de procédures de coloration sont encore utilisées actuellement mais d'où viennent ces colorants ?

Rappelons qu'un colorant est une substance chimique d'origine naturelle animale (ex : cochenille), végétale (ex : pastel, safran), minérale (sels de cobalt, de manganèse) ou d'origine synthétique (bleu de Prusse), utilisée pour apporter une couleur à un objet. On peut d'emblée distinguer les pigments, molécules organiques insolubles et donc sans affinité pour un objet, mais qui peuvent colorer

une surface et donc un tissu, une fois mélangé avec un agent liant. Ils diffèrent des teintures qui sont des colorants solubles et donc absorbables par un support biologique tel que les tissus, et notons au passage qu'ils nécessitent souvent un fixateur. La coloration finale obtenue résulte de l'absorption ou de la réflexion de radiations lumineuses de longueurs d'onde bien spécifiques. À l'échelle moléculaire, l'absorption d'énergie lumineuse sous forme de photon, se traduit par des transitions électroniques. L'électron excité passe à un niveau d'énergie supérieur à celui de son état fondamental, cette transition électronique est suivie de l'émission de lumière transmise, apparaissant colorée à certaines longueurs d'onde. En général, l'énergie absorbée s'emmagasine sous forme de chaleur, se diffuse progressivement dans les matériaux voisins et se dissipe en rayonnement infrarouge. Dans les colorants organiques, une certaine configuration structurale de la molécule est nécessaire à l'obtention de la couleur.

Jusqu'au XIX^{ème} siècle les colorants utilisés étaient tous d'origine naturelle à l'exception du bleu de Prusse découvert en 1774 et seul colorant de synthèse. Puis les progrès de la chimie ont contribué à la production industrielle de nouveaux colorants de synthèse, outils indispensables au développement des études histologiques. Un des articles paru en 1993 dans *Journal of Histotechnology* est intitulé « George Grubler and Karl Hollborn: two founders of the biological stain industry » (1) et nous rappelle les éléments historiques relatant l'industrie naissante des colorants artificiels. La production industrielle des colorants commença en 1856 quand le chimiste anglais William Perkin (1838-1907) découvrit comment préparer la coloration mauve à partir de l'aniline. Les industries des colorants se développèrent alors dans de nombreux pays européens, et chaque année des milliers de nouvelles couleurs et nuances furent générées. George Grübler, un pharmacien allemand commença en 1880 à vendre des colorants biologiques aux scientifiques de cette époque pour étudier les structures et tissus des plantes et animaux. Les colorants de Grübler gagnèrent la réputation de reproductibilité, de stabilité et beaucoup de méthodes de coloration insistèrent sur le fait d'utiliser les colorants de Grübler même après le rachat de son industrie par Karl Hollborn. La compagnie Chroma Gesellschaft-Schmid GMBH en Allemagne est le successeur de la firme Grübler. Cet essor fut interrompu pendant la première guerre mondiale entraînant la création de l'industrie américaine de colorations biologiques puis par conséquence de la Commission des Colorants Biologiques.

Mais revenons à nos abeilles.

Une question m'est souvent venue quant au fait que les abeilles des ruches de mon jardin se retrouvaient assez souvent dans mes cheveux argentés plutôt que dans les cheveux blonds de l'apiculteur. Une hypothèse souvent émise est que l'attraction devait être liée à la couleur. Intriguée par ce sujet, que ne fut pas ma surprise de découvrir un article très intéressant paru dans *Nature* en octobre dernier (2), démontrant l'effet de l'ordre et du désordre des nanostructures florales sur l'attraction des insectes pollinisateurs. Les abeilles possèdent deux yeux dits composés car ils comportent de multiples facettes nommées ommatidies. Elles ont aussi 3 autres yeux simples frontaux nommés ocelles disposés en triangle et dont leur usage est influencé par la position de l'abeille par rapport au sol. Chaque ommatidie se compose d'une lentille frontale recouverte de chitine, d'un cône cristallin transparent qui réfracte la lumière, de cellules réceptrices de lumière (appelées aussi cellules rétinienne) dont les photorécepteurs sont rangés en rayons, et des cellules pigmentaires qui séparent les ommatidies les unes des autres. Elles travaillent pour que seuls les rayons lumineux se dirigeant parallèlement à l'axe de l'ommatidie atteignent les photorécepteurs du rhabdome. Les rayons lumineux arrivant de manière oblique sont absorbés par la paroi noire des cellules pigmentaires. Et finalement de cellules réceptrices sensibles à la couleur situées sur le rétinule (rétine multiple de l'ommatidie de laquelle part le nerf rétinien qui va rejoindre celui des autres ommatidies pour former le nerf optique). Ces cellules permettent une vision trichromatique chez l'abeille qui ressemble beaucoup à celle de l'homme. Chez l'abeille, chaque ommatidie contient neuf cellules réceptrices : quatre sont sensibles au vert, deux au bleu et deux à l'ultraviolet (que l'homme ne perçoit pas). La 9^{ème} cellule est sensible à la lumière polarisée mais ne participe pas à la reconnaissance des formes. L'abeille n'est pas sensible au rouge. L'abeille est aussi dotée d'une vision dite paramétrique car elle est capable d'intégrer les informations anatomiques des striations formées par les repliements de la cuticule extracellulaire présents à la surface des pétales des fleurs et leurs propriétés optiques associées comme l'effet des pigments, la diffraction de la lumière ou la réflexion de la lumière à l'interface air-pétale. Globalement ces striations génèrent une diffraction de la lumière importante dans la région des longueurs d'ondes UV-bleu, ainsi nommée le halo bleu. La conclusion de cet article est que ces structures cuticulaires désorganisées peuvent générer une coloration des fleurs convergeant vers une forme optimisée de signalisation pour les insectes pollinisateurs. Les

fleurs concernées par ce halo bleu ont ainsi trouvé une alternative à l'absence de la machinerie de production de pigment bleuté.

Donc si on en revient à notre hypothèse, les cheveux dorés donneront une couleur brune orangée sous une lumière UV mais les cheveux gris blanc deviennent bleutés. D'où une certaine attraction pour les abeilles.

1.



2.



1. Fleur d'Aubergine sous lumière ultraviolet – 2. Fleur de bourrache en lumière blanche ou UV (Copyright Pour la Science n°483 / Janvier 2018)

Les abeilles n'ont pas fini de nous étonner. Je vous propose de lire ces deux articles qui décrivent l'utilisation du miel comme une alternative de fixation (3,4). Par ailleurs, vous trouverez un article publié dans ce numéro de la Revue de l'AFH illustrant des études histologiques des abeilles *in toto* (5). L'aide diagnostique et

thérapeutique pour soutenir les abeilles en grande difficulté aujourd'hui, viendra peut-être des analyses histologiques. L'histologie a encore beaucoup à nous offrir. Un sujet actuel pour non seulement aider nos abeilles à survivre mais aussi dans un souci de préservation de notre environnement.

1. Titford, M. (1993) George Grubler and Karl Hollborn: two founders of the biological stain industry. *J Histotechnol* **16**, 155-158
2. Moyroud, E., Wenzel, T., Middleton, R., Rudall, P. J., Banks, H., Reed, A., Mellers, G., Killoran, P., Westwood, M. M., Steiner, U., Vignolini, S., and Glover, B. J. (2017) Disorder in convergent floral nanostructures enhances signalling to bees. *Nature* **550**, 469-474
3. Ozkan, N., Salva, E., Cakalagaoglu, F., and Tuzuner, B. (2012) Honey as a substitute for formalin? *Biotechnic & histochemistry : official publication of the Biological Stain Commission* **87**, 148-153
4. Lalwani, V., Surekha, R., Vanishree, M., Koneru, A., Hunasgi, S., and Ravikumar, S. (2015) Honey as an alternative fixative for oral tissue: An evaluation of processed and unprocessed honey. *J Oral Maxillofac Pathol* **19**, 342-3475.
5. Ledevin, M., L'Hostis, M., Larcher, T. (2018) Fixation et inclusion en paraffine de tissus d'abeille pour une observation histologique. *Revue Française d'Histotechnologie* **30**, 17-30.