

> comme la région préfrontale des mammifères, une zone de convergence des entrées sensorielles et des commandes sortantes du système moteur. De plus, comme le cortex préfrontal, le nidopallium caudolatéral joue un rôle critique dans toutes les tâches cognitives, et ses neurones codent des fonctions telles que la prise de décision et l'attribution de valeurs à diverses options avant qu'un choix ne soit fait.

Bien que le nidopallium caudolatéral et le cortex préfrontal des mammifères aient des fonctions semblables, les indices génétiques et leur emplacement (à l'arrière du pallium pour le premier et à l'avant du cerveau pour le second) suggèrent que ces deux régions ne proviennent pas d'un centre cérébral commun aux oiseaux et aux mammifères... Au contraire, autrefois, elles avaient probablement des fonctions très différentes chez les premiers ancêtres des mammifères et des oiseaux, puis elles auraient convergé en quelque 300 millions d'années pour devenir des régions dédiées à l'intégration cognitive des entrées sensorielles avec les sorties motrices.

J'ai souvent pensé à la célèbre phrase du docteur Ian Malcolm dans *Jurassic Park*: «La vie trouve un chemin.» Si deux groupes d'animaux distincts ont tous deux désespérément besoin d'une région cérébrale orchestrant des fonctions cognitives de haut niveau, ils développent indépendamment l'un de l'autre une région de type préfrontal.

Pour explorer comment une physiologie et une structure différentes finissent par fournir des fonctions cognitives identiques, Murray Shanahan, de l'Imperial College de Londres, moi-même et d'autres collègues avons examiné l'organisation du connectome, à savoir l'ensemble des connexions cérébrales, du pallium du pigeon. Nous avons ainsi montré qu'il est très similaire à celui des mammifères. D'où le message suivant: si deux groupes d'animaux développent des fonctions mentales semblables au cours de leur évolution, c'est qu'ils possèdent également les mêmes réseaux de connectivité cérébrale.

DAVANTAGE DE NEURONES AU MILLIMÈTRE CARRÉ

Mais une question reste en suspens: comment les oiseaux disposent-ils de telles aptitudes cognitives avec un cerveau si petit, et donc certainement peu de neurones et de connexions? Seweryn Olkowicz et Pavel Němec, de l'université Charles, à Prague, en République tchèque, et Suzana Herculano-Houzel, de l'université Vanderbilt, aux États-Unis, ont estimé le nombre de neurones de 28 espèces d'oiseaux. Surprise: leur cerveau, en particulier celui des corvidés et des perroquets, contient deux fois plus de neurones que sa taille le laissait supposer. Et comme ce surplus se trouve surtout dans

Alex le perroquet était capable de catégoriser des objets, des actions et des quantités numériques

le pallium, les corvidés et les perroquets disposeraient d'une plus grande puissance de calcul que certains singes au cerveau plus gros.

Mais même avec plus de neurones que prévu, les oiseaux en ont encore beaucoup moins que les mammifères, étant donné la toute petite taille de leur cerveau... Par exemple, les nestors kéas (des perroquets endémiques de Nouvelle-Zélande) disposent de 1,28 milliard de neurones palliaux, les corbeaux de 1,2 milliard, tandis que les chimpanzés en ont 7,4 milliards... pour des aptitudes cognitives, rappelons-le, presque semblables. En réalité, une plus grande densité de neurones engendre une diminution des distances de communication entre eux. Dans les tâches où l'information est transmise de façon répétée entre des groupes de neurones dans un cerveau dense, il en résulte un gain de temps, car les signaux passent plus rapidement d'un réseau à un autre. De fait, Sara Letzner et Christian Beste, de l'université technique de Dresde, en Allemagne, et moi avons montré que les pigeons réagissent parfois plus rapidement que les humains lors de certaines tâches cognitives.

Ainsi, indépendamment les uns des autres, les oiseaux et les mammifères se sont répandus à travers le monde en conquérant presque toutes les niches écologiques où des vertébrés peuvent vivre. Des capacités cognitives élevées ont été nécessaires pour trouver rapidement des solutions à des problèmes nouveaux et pour surpasser les concurrents. De sorte que la forte pression de sélection dans les deux classes de vertébrés a produit des aptitudes cognitives considérables et semblables. Certes, les oiseaux et les mammifères ont emprunté des chemins différents – les premiers ont «densifié» leurs neurones, les seconds ont augmenté la taille de leur cerveau –, mais ils ont développé des mécanismes neuronaux et des modes de pensée similaires. Pour une «cervelle d'oiseau» finalement plus proche qu'on ne le croyait de celle des grosses têtes. ■

BIBLIOGRAPHIE

C. Kabadayi et al., **Ravens parallel great apes in flexible planning for tool-use and bartering**, *Science*, vol. 357, pp. 202-204, 2017.

O. Güntürkün et T. Bugnyar, **Cognition without cortex**, *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 20, pp. 291-303, 2016.

D. Scarf et al., **Orthographic processing in pigeons (*Columba livia*)**, *PNAS*, vol. 113, pp. 11272-11276, 2016.

A. H. Taylor et al., **New caledonian crows reason about hidden causal agents**, *PNAS*, vol. 109, pp. 16389-16391, 2012.

J. Holzhaider et G. Hunt, **Rusé comme... un corbeau**, *Pour la Science*, n° 324, pp. 46-51, octobre 2004.

Les méfaits de la pollution lumineuse

Les endroits où l'obscurité de la nuit reste préservée se font de plus en plus rares. Or la lumière artificielle nocturne perturbe de plusieurs façons la vie des animaux... au point de contribuer à l'érosion générale de la biodiversité.

Dès que le jour faiblit, le micro-cébe murin, un petit lémurien nocturne de Madagascar, voit sa température corporelle augmenter de plusieurs degrés tandis que l'animal se met à rechercher activement de la nourriture. C'est un exemple parmi bien d'autres: les animaux et les plantes vivent au rythme de l'alternance du jour et de la nuit. Plus généralement, la lumière et la luminosité ambiante ont sur les espèces vivantes une grande influence. Nombre de processus physiologiques, de comportements, d'interactions au sein des écosystèmes dépendent de la lumière et de ses cycles journaliers ou saisonniers.

Quand on évoque les effets de la lumière naturelle sur le vivant, on pense le plus souvent à la lumière solaire. Cependant, la nuit, d'autres sources de lumière naturelle, à savoir la Lune et les étoiles, peuvent influencer sur les comportements. Tel est le cas avec les tortues marines venant d'éclore sur une plage la nuit. Ces nouveau-nés se servent de leur vision pour se diriger vers l'océan, l'horizon aquatique

renvoyant plus de lumière que la partie terrestre: c'est grâce à leur capacité à déceler la faible différence d'illumination entre les deux côtés de leur plage de naissance que les tortues marines s'orientent convenablement à ce moment crucial de leur vie!

Or depuis une centaine d'années, l'obscurité de la nuit est de plus en plus altérée par l'éclairage artificiel, qui se développe dans son intensité comme dans son étendue géographique. Cette généralisation de la lumière artificielle nocturne soulève une question centrale: dans quelle mesure perturbe-t-elle les organismes vivants, leurs populations et leurs interactions?

Les premiers signes préoccupants sont apparus il y a déjà longtemps. Par exemple, en Amérique du Nord, on a constaté dès les années 1920 une mortalité massive d'oiseaux à proximité des phares maritimes. Par ailleurs, les astronomes ont alerté dès les années 1970 sur l'expansion de la lumière artificielle nocturne, qui gêne leurs observations. Mais il a fallu attendre la dernière décennie pour que les scientifiques prennent la mesure du >

L'ESSENTIEL

> La nuit, la lumière d'origine artificielle est de plus en plus présente, même dans des régions éloignées des grandes agglomérations.

> Les impacts de cette pollution lumineuse sur la faune n'ont commencé à être étudiés que récemment.

> La lumière artificielle nocturne perturbe des

mécanismes hormonaux, les comportements des animaux, leurs interactions, leur orientation... Elle est probablement un facteur important de déclin de la biodiversité.

> Pour la limiter, plusieurs voies d'action sont possibles.

LES AUTEURS



EMMANUEL DESOUHANT
professeur à l'université Lyon-1, chercheur au Laboratoire de biométrie et biologie évolutive



THIERRY LENGAGNE
chargé de recherche du CNRS au Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés, à l'université Lyon-1



NATHALIE MONDY
maîtresse de conférences à l'université Lyon-1, chercheuse au Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés

La lueur des agglomérations urbaines (ici Tarbes, vue de l'observatoire du pic du Midi de Bigorre), en étant diffusée par l'atmosphère et les nuages, crée un halo lumineux, ou *skyglow*, qui est perceptible jusqu'à plusieurs dizaines, voire centaines de kilomètres de distance. Cette pollution lumineuse affecte donc des milieux naturels même éloignés.