

Conscience et mémoire : de la seiche au geai

CHRISTELLE JOZET-ALVES ET LISA PONCET

Laboratoire EthoS – Ethologie Animale et Humaine, Université de Caen, CNRS UMR 6552



Illustration : La seiche commune et le geai à gorge blanche sont deux espèces qui pourraient voyager mentalement dans le temps, à travers leur mémoire « de type » épisodique. Posséder une telle capacité soulève la question de la conscience de soi dans le temps chez l'animal.

Les animaux sont-ils capables de se souvenir de leur passé et d'imaginer de futurs scénarios ? Est-ce qu'ils ont conscience de leur propre existence le long d'un continuum passé-présent-futur (conscience de soi dans un temps subjectif), ou mémorisent-ils leur existence comme une succession d'événements plus ou moins juxtaposés ? L'existence de la mémoire épisodique chez les animaux non-humains, celle-là même qui nous permet d'effectuer ces voyages mentaux dans le temps, pose question car elle est intrinsèquement ancrée dans un temps et un espace subjectif (1). En l'absence de capacités de verbalisation permettant d'évaluer objectivement ces aspects phénoménologiques, la solution la plus simple serait de nier l'existence de cette mémoire si particulière chez l'animal : c'est notamment le point de vue de Tulving (1), premier à décrire et définir ce type de mémoire, et qui la considère comme une caractéristique de l'espèce humaine. Les animaux seraient capables d'apprendre, de modifier de manière flexible leur comportement en fonction de leurs expériences passées, mais resteraient invariablement bloqués dans le présent. La solution alternative serait

d'évaluer la vraisemblance d'expériences subjectives via une approche scientifique rigoureuse se fondant sur l'évaluation d'un panel de critères comportementaux, cognitifs et neuronaux. Les espèces-phares pour l'étude de ces capacités cognitives sont les corvidés, et plus particulièrement le geai à gorge blanche, chez qui des expériences robustes et très innovantes ont été menées depuis un peu plus d'une vingtaine d'années. Ces expériences ont permis d'établir un cadre théorique qui a été appliqué par la suite à diverses espèces réputées pour leurs capacités cognitives complexes, comme les grands singes, les rats et plus récemment, au sein des invertébrés, la seiche.

Mémoire épisodique ou de type épisodique ?

L'équipe de Nicola Clayton a été la première à montrer que les geais à gorge blanche privilégiaient la recherche d'aliments non périssables (i.e. des cacahuètes) au détriment d'aliments préférés mais périssables (i.e. des vers), seulement si un long délai s'était écoulé depuis qu'ils avaient caché ces différents items (2). Cette flexibilité comportementale indique leur capacité à

replacer des événements précédemment vécus (Quoi : cache de la nourriture) dans un contexte spatio-temporel (Où et Quand), ce qui présente toutes les propriétés de la mémoire épisodique pouvant être évaluées objectivement. Les geais possèdent ainsi des capacités cognitives qui, d'un point de vue comportemental, ressemblent en tous points à la mémoire épisodique. Cette procédure du « quand-quoi-où » a été adaptée avec plus ou moins de succès chez des mammifères (e.g. primates non-humains) (3), mais étonnement également chez une espèce invertébrée : la seiche, un mollusque céphalopode. Ainsi, bien que les seiches ne stockent pas leur nourriture, nous avons montré qu'elles optimisent leur comportement de recherche de nourriture en se fondant sur leurs expériences passées (4) : quelles proies (préférées ou non ; quoi), ont été consommées à quel endroit (où), et ceci depuis combien de temps (quand). En effet, les seiches prennent en compte les délais de renouvellement des différentes proies présentes à différents endroits, et le délai écoulé depuis leurs précédentes visites en ces lieux pour déterminer préalablement à toute visite où il est le plus profitable d'aller chasser. Bien que ces expériences requièrent indubitablement des capacités cognitives complexes, il demeure impossible de faire la distinction entre le fait qu'un animal soit capable de se souvenir d'un événement de son passé (récupération consciente du contexte d'encodage) ou simplement qu'il sache ce qu'il s'est passé sans impression de reviviscence. Bien que cette distinction soit également délicate chez l'humain, cela a conduit les chercheurs à privilégier chez l'animal l'expression « mémoire de type épisodique » à « mémoire épisodique » (5).

Mémoire de la source

La mémoire de la source permet la récupération des caractéristiques contextuelles (perceptives, émotionnelles...) présentes lorsqu'un souvenir épisodique a été formé. Cette capacité cognitive nous permet de déterminer l'origine d'un souvenir (comment l'ai-je appris ?), ce qui s'avère indispensable pour distinguer différents souvenirs présentant des caractéristiques communes. Connaître l'origine d'une connaissance (e.g. la source de l'information) apparaît indispensable à l'encodage d'un événement comme ayant été personnellement vécu, et ce distinctement d'un événement identique mais vécu puis décrit par une tierce personne. Ainsi, étudier la mémoire de la source chez l'animal pourrait apporter des informations sur une possible expérience subjective, notamment s'il est question de caractéristiques perceptives ou

émotionnelles. Récemment, nous avons montré que les seiches étaient capables de récupérer les caractéristiques perceptives (as-tu vu ou senti ?) d'un souvenir et pas seulement son contenu (rencontre avec une proie) (6). Lors de cette expérience, les seiches étaient dans un premier temps entraînées à sélectionner un symbole pour indiquer si elles voyaient une proie ou si elles sentaient uniquement l'odeur de celle-ci. Par la suite, elles étaient exposées à une nouvelle proie sans pouvoir sélectionner le symbole correspondant. La question leur était seulement posée plusieurs heures plus tard, et les seiches devaient alors se remémorer les caractéristiques perceptives de la proie rencontrée précédemment et sélectionner la réponse adéquate. L'utilisation de cette question inattendue permet d'éviter l'apprentissage d'un encodage volontaire de l'information pour une utilisation ultérieure. Ce paradigme pourrait ainsi nécessiter un rappel conscient de l'information chez les individus testés. Bien que la mémoire de la source n'ait quasiment pas été étudiée chez l'animal, elle pourrait apporter des informations cruciales sur l'expérience subjective des animaux. En effet, lorsqu'un paradigme étudiant cette mémoire est utilisé, il requiert des animaux qu'ils ne récupèrent pas seulement les informations dites externes (e.g. quand-quoi-où) comme dans le cas des tâches classiques d'évaluation de la mémoire de type épisodique, mais également internes (e.g. propre perception).

Mémoire du passé vers un futur subjectif

La mémoire épisodique permet non seulement de voyager mentalement dans son propre passé, mais également de se projeter mentalement dans son propre futur subjectif. Ainsi, nous pouvons simuler différents scénarios en recombinaison de manière flexible diverses informations épisodiques issues de nos expériences passées. Sur ces bases, des décisions peuvent être prises sur le comportement le plus approprié à avoir à l'instant présent. Des critères comportementaux ont été établis afin d'évaluer, de la manière la plus objective, la capacité de planification chez les animaux, en mettant de côté les comportements dirigés vers le futur qui seraient ancrés génétiquement (e.g. préparation à l'hibernation), ou issus d'un entraînement préalable (i.e. utilisation de renforcements). Les comportements de planification doivent ainsi émerger spontanément, et répondre à un besoin ultérieur, et ceci indépendamment de l'état de motivation actuel. Ainsi, les geais choisissent de cacher des aliments différents, en fonction de ce dont ils auront envie le jour suivant, et non en fonction de ce dont ils souhaiteraient se nourrir au moment présent (7). En outre, chez cette même espèce, lorsque les individus

savent que dans une pièce expérimentale de la nourriture est disponible tous les jours, mais pas dans la seconde, ils iront sélectivement cacher de la nourriture dans la seconde si on leur en donne l'opportunité (8). Bien que le comportement de cache de la nourriture soit un comportement inné, il n'en demeure pas moins extrêmement flexible puisque les oiseaux se basent sur leurs expériences passées pour prendre des décisions dans le présent qui auront des répercussions dans leur futur. Ces comportements de planification spontanés pourraient être un indicateur non-verbal de la conscience du temps comme un continuum. Si des comportements de planification ont été mis en évidence chez les corvidés et les grands singes notamment via l'étude de la préparation d'outils, ils n'ont pas été directement évalués chez les céphalopodes. Toutefois, nous avons montré récemment que les seiches modifient de manière flexible leur comportement prédateur présent en fonction de leur futur proche. Ainsi, elles mangeront peu de crabes (un type de proie communément consommé par la seiche) pendant la journée si elles savent que des crevettes (un type de proie typiquement préféré) seront disponibles la nuit suivante, et elles mangeront des crabes à satiété dans le cas contraire (9). Si ce comportement est bien orienté vers le futur et particulièrement flexible, nous ne pouvons toutefois pas exclure qu'il soit motivé par le besoin présent de manger leur proie préférée.

L'étude du cerveau sera-t-elle la clef ?

Les différents travaux qui se focalisent sur la recherche des corrélats neuronaux de la conscience n'ont pas mis en évidence de structures cérébrales ou de processus neuronaux qui seraient caractéristiques de l'espèce humaine. Le lobe temporal médian, et notamment l'hippocampe, joue un rôle crucial en nous permettant de nous remémorer les événements de notre passé dans leur contexte spatio-temporel. Chez l'animal, particulièrement le rat, l'étude des activations cérébrales au niveau de l'hippocampe au cours de certaines tâches semble apporter un éclairage complémentaire sur l'existence de simulations conscientes lors des voyages mentaux dans le temps (10). Chez le rat, de nombreuses expériences utilisant la technique d'électrophysiologie *in vivo* ont permis d'enregistrer l'activation de cellules de lieu. Bien que ces neurones aient été décrits initialement comme s'activant sélectivement en fonction de la position d'un animal dans son environnement, il a été montré qu'ils peuvent s'activer séquentiellement pendant le sommeil paradoxal ou lors d'un choix entre plusieurs routes possibles. Ces séquences d'activation appelées

« replays » correspondent à des déplacements précédemment réalisés. Il est difficile de dire si ces replays sont une remémoration consciente ou le résultat de processus seulement nécessaires à la consolidation de la mémoire spatiale et/ou procédurale. Toutefois, des études ont mis en évidence, des séquences d'activation ne correspondant pas forcément à des déplacements déjà effectués dans le dispositif, dites « pré-plays » : e.g. déplacements en sens inverse ou nouveaux trajets combinant différentes portions de l'environnement visitées précédemment. Ces résultats suggèrent la mise en jeu de processus d'imagerie mentale sous-tendant la cognition épisodique. En effet, ces replays et pré-plays pourraient alors être interprétés comme le fait de vivre mentalement un déplacement, qu'il ait déjà été vécu ou qu'il soit imaginé. L'hippocampe pourrait ainsi être le support de représentations spatiales allocentrées où différentes routes peuvent être explorées de manière flexible avant même de se déplacer, voire même être impliqué dans une projection de soi dans un temps et un espace subjectif. L'exploration de l'hippocampe des mammifères, mais également des oiseaux, pourrait ainsi nous apporter une compréhension plus fine des liens entre mémoire et conscience animale. Et au-delà des vertébrés, la recherche de structures cérébrales fonctionnellement similaires à l'hippocampe, telles que le complexe vertical des céphalopodes, nous permettra peut-être un jour d'appréhender les bases biologiques et évolutives de ces processus cognitifs complexes.

Conclusion

Il a longtemps été affirmé que la capacité à voyager mentalement dans le temps était une capacité uniquement humaine, ayant potentiellement évolué en parallèle du langage. Pour autant, bien qu'aucun des travaux présentés ci-dessus ne constitue en soi une preuve absolue, cette accumulation de données rend vraisemblable que certaines espèces animales soient capables d'effectuer des voyages mentaux conscients dans le temps. Si l'on accepte qu'elles possèdent ce niveau de conscience de soi dans un temps subjectif, il adviendra alors de se poser la question de l'origine de cette conscience : a-t-elle pu apparaître plusieurs fois au cours de l'évolution ? Et pourquoi ? Ces questions sont d'autant plus centrales que les systèmes neuronaux pouvant servir de support à cette conscience ont une histoire évolutive complètement indépendante chez des espèces comme la seiche et le geai.

christelle.alves@unicaen.fr

lisa.poncet@unicaen.fr

Références

- (1) Tulving E. Annual Review Psychology 53, 1-25. (2002).
- (2) Clayton N.S. et Dickinson A. Nature 395(6699), 272-274. (1998)
- (3) Martin-Ordas G. et al. Animal cognition 13(2), 331-340. (2010).
- (4) Jozet-Alves C. et al. Current Biology 23(23),R1033-R1035. (2013)
- (5) Clayton N. S. et al. Nature Reviews Neuroscience 4(8), 685-691. (2003)
- (6) Billard P. et al. Scientific Reports 10 (1), 1-7. (2020)
- (7) Raby C.R. et al. Nature, 445(7130) 919-921. (2007)
- (8) Correia S.P. et al. Current Biology 17(10), 856-861. (2007)
- (9) Billard P. et al. Biology letters 16 (2), 20190743. (2020)
- (10) Pfeiffer B.E. et Foster D.J. Nature 497, 74–79. (2013)