

COMMENT LES VOLAILLES PERÇOIVENT-ELLES LEUR ENVIRONNEMENT ?

Calandreau Ludovic¹, Ferreira Vitor Hugo Bessa², Degrande Rachel¹, Guesdon Vanessa³

¹PRC, CNRS, IFCE, INRAE, Université de Tours, 37380
Nouzilly, France

²IFM, LINKÖPING UNIVERSITY, 58183 Linköping, Sweden

³JUNIA, 59 800 Lille, France,
ludovic.calandreau@inrae.fr

RÉSUMÉ

Les capacités cognitives rassemblent l'ensemble des processus mentaux comme l'attention, la mémoire, et les capacités de raisonnement qui permettent à un animal de comprendre et s'adapter à son environnement. Elles sont à la base de très nombreux comportements. Dans cette revue, de façon synthétique, nous ferons tout d'abord un état des lieux des connaissances actuelles sur les capacités cognitives des oiseaux domestiques comme la poule ou le poulet. Nous montrerons que ces oiseaux possèdent un univers sensoriel diversifié, et qu'ils sont capables entre autres d'interactions sociales riches ou encore d'apprentissages. Même s'il reste encore des recherches à mener, ces oiseaux possèdent probablement un répertoire de capacités cognitives bien plus étendu que ce qui est souvent imaginé. Dans une seconde partie, nous illustrerons que ces connaissances apportent une vision nouvelle de notre compréhension de certains comportements observés en élevage comme l'exploration du parcours chez les poulets élevés en plein-air ou encore le picage chez les poules pondeuses. Ces connaissances et ce thème de recherche, qui se développent actuellement de plus en plus au niveau international, contribueront à mieux comprendre la biologie de ces animaux et pourraient, à terme, donner des pistes pertinentes pour favoriser l'adaptation de ces oiseaux à leurs conditions d'élevage et leur bien-être.

ABSTRACT

How do domestic birds process their environment?

Cognitive abilities bring together all of the mental processes such as attention, memory, and reasoning skills that allow an animal to understand and to adapt to its environment. They are the basis of many behaviours. In this review, in a synthetic way, we will first make an inventory of current knowledge on the cognitive capacities of domestic birds, such as hens or chickens. We will show that these birds have a diverse sensory universe, are capable of rich social interactions and of learning, among other capacities. Even if there is still research to be carried out, these birds probably have a repertoire of cognitive abilities much more extensive than what is thought. In a second part, we will illustrate that this knowledge brings a new vision of our understanding of certain behaviours observed in farming systems, such as range exploration of free-range chickens, or injurious pecking in laying hens. This knowledge and this research theme, which are currently developing more and more at the international level, will contribute to a better understanding of the biology of these animals and could, in the long term, provide original avenues for promoting the adaptation of these birds to their rearing system and their welfare.

INTRODUCTION

En 2016 puis en 2018, deux expertises scientifiques consécutives, l'une menée par l'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA en anglais European Food Safety Authority ; Le Neindre et al. 2017), l'autre pilotée par l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) ont abouti à une nouvelle définition du bien-être animal. Ainsi, le bien-être d'un animal correspond à « l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal ». Cette nouvelle définition qui s'appuie sur des connaissances scientifiques intègre désormais pleinement la notion d'état mental. Le bien-être animal n'implique donc pas seulement une bonne santé physique, il inclut aussi une bonne santé mentale, une notion au premier abord assez abstraite pour un public non scientifique. Par ailleurs, elle pourrait laisser penser que les animaux ont un monde mental similaire au nôtre alors que ce n'est pas le cas. Néanmoins, les connaissances scientifiques actuelles permettent tout de même de dire que les animaux d'élevage, y compris les poules et poulets domestiques, possèdent des capacités mentales qui leur sont propres et que l'on nomme dans un jargon plus scientifique des capacités cognitives. Ces capacités cognitives regroupent un ensemble de processus mentaux (perception, mémorisation, raisonnement, etc.) que l'animal possède et va utiliser pour comprendre et s'adapter à son milieu de vie. L'objectif de cette synthèse est de faire un état des lieux non exhaustif des connaissances sur les capacités cognitives des volailles. Nous nous concentrerons sur des études menées chez les poules et poulets domestiques. Nous montrerons que ces connaissances peuvent être utiles pour davantage comprendre les comportements qu'expriment ces animaux.

1. ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES SUR LA COGNITION DES POULES ET POULETS DOMESTIQUES.

Une analyse récente de la littérature a montré que près de 200 articles scientifiques publiés entre 1967 et 2017 ont concerné les émotions ou la cognition des oiseaux domestiques comme la poule et le poulet (Freire and Hazel 2017). Nous disposons donc de connaissances désormais relativement importantes sur la cognition de ces animaux. Dans cette première partie nous reprendrons de façon synthétique les données de la littérature sur la cognition des oiseaux domestiques. Ces études illustrent que ces oiseaux partagent avec bien d'autres animaux des capacités sensorielles et cognitives simples. De façon plus surprenante et moins connue, elles révèlent que les oiseaux domestiques sont aussi dotés d'un certain

nombre de capacités cognitives relativement sophistiquées.

1.1. Les poules et poulets, comme bien d'autres animaux, ont des capacités sensorielles développées.

Il est maintenant admis que les oiseaux domestiques possèdent des capacités visuelles, auditives, olfactives et tactiles bien développées (pour revue : Nicol 2015 ; Garnham and Løvlie 2018). Leur acuité visuelle est remarquable comme chez la plupart des oiseaux. Par exemple, ils utilisent l'œil droit pour les petits détails alors que l'œil gauche est davantage utilisé pour les informations nouvelles ou les prédateurs. Cette capacité visuelle leur permet de diviser leur attention. Ils peuvent ainsi rechercher de la nourriture dans leur environnement tout en surveillant la présence éventuelle de prédateur. Les poules et les poulets ont aussi, contrairement aux idées reçues, un sens olfactif performant. De nombreuses études ont même montré qu'ils percevaient les odeurs in ovo. Ils perçoivent également les sons, y compris les infrasons que les êtres humains n'entendent pas. Leur bec possède des composants similaires à ceux retrouvés chez le pigeon et qui semblent permettre de détecter les champs magnétiques. Compte tenu de ces connaissances, il apparaît que les oiseaux domestiques évoluent dans un univers sensoriel riche et diversifié. Le fait que ces oiseaux possèdent tous ces sens fonctionnels laissent également penser qu'ils ont les capacités de pouvoir traiter, mémoriser voire interpréter tout ou partie des informations sensorielles perçues dans leur environnement social et physique.

1.2. Poules et poulets sont des animaux sociaux qui possèdent une cognition sociale.

La cognition sociale comprend la perception et le traitement des informations concernant les congénères, les interactions entre un individu et les différents membres du groupe. Les capacités cognitives sociales des oiseaux domestiques ont essentiellement été étudiées chez la poule. À l'état sauvage comme à l'état domestique, les poules sont des animaux sociaux qui vivent en groupe, au sein d'une structure sociale complexe et hiérarchisée. Afin de pouvoir évoluer au sein d'une telle structure, elles ont développé des capacités spécialisées (Nicol 2015 ; Dawkins 1993). Dès leur plus jeune âge, les poussins sont capables de se servir des informations sociales pour s'adapter à leur environnement : ils sont capables d'apprendre quel type de nourriture a un effet néfaste, uniquement en observant la réaction d'un congénère qui y a goûté. Un autre exemple est leur capacité à discriminer l'identité des congénères de leur groupe, mais aussi de catégoriser si un individu appartient à un groupe social étranger (Bradshaw and Dawkins 1993). Ces capacités de discrimination ont aussi été

démontrées en conditions contrôlées, en utilisant des stimuli artificiels et selon différents canaux sensoriels (ouïe, vue ; Demello et al. 1993). L'étude des vocalisations des poules a également permis de mettre en évidence leur capacité à communiquer et interagir. Les poules sont capables d'adapter leurs vocalisations en fonction de la situation, de l'individu rencontré ou encore de l'âge de leurs petits. A titre d'exemple, elles émettent des vocalisations d'alarme différentes selon que le prédateur rencontré soit un prédateur terrestre ou aérien.

1.3. Poules et poulets sont capables d'apprentissages.

L'une des capacités d'apprentissage et de mémoire les plus connues chez les oiseaux domestiques est l'empreinte (Lorenz 1935). L'empreinte est une forme de mémoire spécifique qui permet à ces oiseaux d'apprendre et mémoriser les caractéristiques « du 1^{er} objet mobile » qu'ils voient dans leur environnement dans les heures qui suivent l'éclosion (Nakamori et al. 2013). Cet objet mobile peut être leur mère ou presque n'importe quel autre objet. Cette mémoire est telle que si l'objet se déplace, le poussin le suivra automatiquement et exprimera une préférence pour cet objet. Cette mémoire n'implique absolument pas de processus mentaux sophistiqués. Elle s'établit automatiquement. Toutefois, c'est une mémoire qui a la particularité de s'établir très rapidement et d'être très robuste à l'oubli.

Les poules et poulets possèdent bien d'autres formes de mémoire. Des auteurs ont ainsi montré que ces oiseaux possèdent une mémoire spatiale (capacité à mémoriser les informations spatiales qui composent leur environnement) très performante. Il a même été montré que le poussin âgé de quelques jours (Vallortigara et al. 1990) comme le poulet et la poule plus âgés (Ferreira et al. 2020) sont capables de se repérer dans l'espace grâce à deux mémoires différentes. Ils peuvent apprendre à se repérer dans leur environnement en utilisant une mémoire relativement simple dite « indicée », basée sur quelques repères saillants de leur environnement. Ils peuvent aussi utiliser une mémoire plus complexe, basée sur une représentation mentale riche, qui consiste en une carte mentale des nombreux éléments qui composent leur environnement. Ces études montrent ainsi que les oiseaux domestiques ne possèdent pas seulement des capacités cognitives simples, ils semblent aussi dotés de capacités cognitives plus sophistiquées.

1.4. Les oiseaux domestiques ont aussi une cognition élaborée

En utilisant le phénomène d'empreinte mentionné précédemment, des recherches ont montré que les oiseaux domestiques possédaient des capacités cognitives plus étonnantes. Ainsi, le poussin de

quelques jours possède une capacité appelée permanence de l'objet. Cette capacité cognitive permet d'intégrer le fait qu'un objet existe même s'il n'est plus dans le champ de vision, ou encore de suivre un objet en mouvement. Plus encore, cette capacité permet d'intégrer l'identité d'un objet même si celui-ci est partiellement occulté ou si l'on ne peut en voir que les contours subjectifs (Regolin and Vallortigara 1995 ; Lea et al. 1996 ; Zanforlin 1981). Le jeune poussin possède également une compréhension rudimentaire de l'ingénierie structurale : les poussins montrent une préférence spontanée pour des images représentant des objets réels, plutôt que des images dont l'information structurale est inconsistante (Regolin et al. 2011).

Parmi les capacités les plus étonnantes découvertes chez la poule, une équipe de chercheurs a montré que des poussins, en plus d'être capables de discriminer des quantités, pouvaient réaliser des opérations de calcul mental (Rugani et al. 2009). Dans cette expérience, des objets sur lesquels le poussin a dirigé son empreinte sont placés dans une certaine quantité derrière deux panneaux opaques, et ce à la vue du poussin. Le poussin se dirige automatiquement vers l'écran qui cache le plus d'objets. Puis, lorsque l'expérimentateur déplace un nombre déterminé d'objets d'un écran à l'autre, le poussin réussit à déduire derrière quel écran se cachent le plus d'objets et ce indépendamment de la direction du flux, ce qui n'est possible que par additions et soustractions. La même équipe de chercheurs a remarqué que le poussin classe mentalement les plus petites quantités à gauche et les plus grandes quantités à droite ; ce qui veut dire qu'il possède une ligne mentale numérique (Rugani et al. 2015). Des études ont également montré que les poussins sont capables d'inférence transitive. Cette capacité cognitive est associée à une forme de raisonnement puisqu'elle permet de comparer des informations mémorisées. Ainsi, si on apprend que A est supérieur à B et que B est supérieur à C, nous pouvons en déduire que A est supérieur à C. Des études ont montré que la poule peut utiliser cette capacité d'inférence pour se positionner socialement au sein d'un groupe.

De façon encore plus surprenante, une étude tend à démontrer que les poules seraient capables de métacognition. Cette capacité permet à un individu « d'évaluer mentalement le niveau de ses connaissances ». Des chercheurs de l'université de Kyoto au Japon ont étudié cette capacité chez des oiseaux comme le pigeon mais aussi chez la poule domestique naine (Nakamura et al. 2011). Dans cette expérience, les oiseaux ont d'abord été entraînés, en piquant avec leur bec, à retrouver un rond coloré lorsque celui-ci apparaît sur un écran parmi plusieurs autres ronds de couleurs différentes. Lorsque les oiseaux piquent le symbole de la bonne couleur, ils reçoivent une récompense alors que s'ils se trompent, ils n'obtiennent aucune récompense. Une fois que les oiseaux ont été capables d'apprendre cette première

tâche, les chercheurs ont inséré une nouvelle étape. Désormais, deux symboles (un carré orange et un carré violet) apparaissent sur l'écran aussitôt que les oiseaux ont réalisé la tâche des ronds de couleur. Pour obtenir leur récompense, les oiseaux doivent piquer l'un des deux carrés. Si l'oiseau choisit l'orange, il obtient la récompense attendue uniquement s'il a correctement répondu lors de la première tâche avec les ronds de couleur. Piquer sur ce symbole est donc une « prise de risque ». En revanche, si l'oiseau pique le symbole violet, il obtiendra une plus petite récompense qu'il ait ou non réussi la tâche avec les ronds de couleur. Piquer sur le symbole violet est donc associé à la sécurité, la garantie d'obtenir une petite récompense.

De façon remarquable, les résultats montrent que les oiseaux ne répondent pas au hasard lors de cette nouvelle étape. En effet, certains d'entre eux sélectionnent davantage le carré violet (associé à la sécurité) lorsqu'ils ont mal répondu lors de l'épreuve des ronds de couleur. En d'autres termes, ces oiseaux semblent capables d'estimer leur niveau de connaissances. Ils choisissent le symbole « sécurité » quand ils savent qu'ils se sont trompés. Cette expérience révèle donc que les poules domestiques semblent bien capables de métacognition. A ce jour, cette expérience qui est très difficile à réaliser puisqu'elle implique des étapes compliquées, n'a pas encore été tentée par d'autres équipes de recherche chez les oiseaux domestiques. Il est donc important de ne pas sur-interpréter ces résultats. Néanmoins, cette étude et ses résultats invitent à se questionner sur l'étendue des capacités cognitives des oiseaux domestiques.

1.5. Pourquoi les oiseaux domestiques, comme la plupart des animaux, possèdent des capacités cognitives ?

Cette revue synthétique des capacités sensorielles et cognitives chez les oiseaux domestiques illustre que ces oiseaux ont certainement un répertoire de capacités cognitives bien plus étendu que ce que nous pouvions imaginer. Les études qui ont permis de le démontrer ont été, pour la plupart, réalisées dans des conditions contrôlées, en laboratoire, ce qui pourrait laisser penser qu'en nature ou dans les élevages ces oiseaux ne disposent pas de telles capacités cognitives ou ne les utilisent pas. Il faut nuancer cette idée. Les expériences menées ne créent pas les capacités cognitives chez les animaux testés, elles contribuent en revanche à révéler leur existence en posant les questions de façon appropriée. Ces études démontrent clairement que les oiseaux domestiques ne sont pas de simples automates. Ils disposent d'un univers mental qui leur est propre et indispensable pour s'adapter. Ainsi, les poussins sont probablement capables de réaliser des soustractions et des additions de petits nombres car il est important pour ce jeune animal

d'être capable de rejoindre, parmi deux groupes d'individus, celui qui est composé du plus grand nombre d'oiseaux. En effet, un poussin de quelques jours ne peut pas encore réguler sa température corporelle. Rejoindre le groupe composé du plus grand nombre lui garantira davantage de profiter de la chaleur des autres. Par ailleurs, un poussin aura moins de chance d'être attrapé par un prédateur s'il est situé au milieu d'un grand groupe de congénères. Enfin, ces oiseaux possèdent probablement les capacités de métacognition évoquées plus tôt car elles permettent d'émettre des réponses en situation de risque, de gérer des situations d'incertitudes qui peuvent survenir. Les capacités cognitives sont essentielles aux animaux pour traiter, mémoriser les informations et événements auxquels ils sont confrontés. Elles constituent des éléments indispensables à leur adaptation, notamment en élevage.

2. L'INTERET DES ETUDES DE COGNITION POUR L'ELEVAGE

Dans la première partie de cette synthèse nous avons montré que les oiseaux domestiques possédaient un certain nombre de capacités cognitives qui leur sont utiles pour percevoir, traiter, mémoriser les informations et événements auxquels ils sont confrontés. Dans cette seconde partie, nous illustrerons que les études de cognition peuvent permettre de mieux comprendre certains comportements de ces oiseaux en élevage.

2.1. Relations entre cognition et exploration du parcours.

Les poulets et poules élevés en plein-air ont accès à une zone située à l'extérieur du bâtiment d'élevage, appelée le parcours. Le parcours est considéré comme une zone d'enrichissement environnemental qui permet aux animaux d'augmenter leur répertoire comportemental, notamment l'exploration. Plusieurs études ont montré que l'utilisation du parcours extérieur peut dépendre d'un certain nombre de facteurs comme la saison, le moment de la journée, la présence d'un couvert végétal ou encore l'origine génétique, le sexe, l'âge des animaux (Pettersson et al. 2016 ; Bestman et al. 2019 ; Campbell et al. 2020a). Toutefois, ces facteurs n'expliquent pas pourquoi, au sein d'un même élevage, il demeure toujours une variabilité importante entre les individus dans l'utilisation du parcours extérieur. En effet, certains individus exploreront très souvent les zones les plus éloignées du parcours alors que d'autres resteront à proximité de leur bâtiment d'élevage (Gebhardt-Henrich et al. 2014 ; Taylor et al. 2017 ; Larsen et al. 2018 ; Taylor et al. 2020). Cette différence de comportement suggère que l'utilisation du parcours peut dépendre de l'individu lui-même, de la façon dont il perçoit, traite et mémorise les informations de

son environnement, en d'autres termes de ses capacités cognitives. Pour tester cela, des poulets ont été soumis à un test qui est fréquemment utilisé chez d'autres espèces pour évaluer leur capacité à s'adapter rapidement aux situations qu'ils rencontrent. Ce test se déroule en deux temps. Dans un premier temps, les animaux sont entraînés à contourner un tube opaque pour récupérer de la nourriture placée à l'intérieur. Dans un second temps, la nourriture est placée à l'intérieur d'un tube qui ne sera plus opaque mais transparent. Les animaux doivent alors refréner leur envie première de picorer la paroi transparente du tube pour récupérer la nourriture. Ils doivent faire preuve de flexibilité et utiliser ce qu'ils ont appris lors de la première étape : contourner le tube pour récupérer la nourriture. Les résultats de cette expérience montrent que des poulets, dont le comportement d'exploration du parcours a été observé et suivi et qui font partis de ceux qui explorent peu le parcours obtiennent de meilleurs scores que les individus qui explorent beaucoup le parcours (Ferreira et al. 2020). Ce résultat semble plutôt contre-intuitif, dans la mesure où les poulets les moins explorateurs sont ceux qui font preuve d'une plus grande flexibilité cognitive que ceux qui explorent beaucoup le parcours. Toutefois, ils confortent d'autres études qui montrent que les poulets les moins explorateurs ont aussi des capacités de mémoire spatiale meilleures que les poulets les plus explorateurs (Ferreira et al. 2019). Globalement, les résultats de ces expériences suggèrent que les poulets les moins explorateurs traiteraient plus finement les informations de leur environnement, les mémoriseraient mieux. Ce profil cognitif pourrait leur conférer une plus grande flexibilité cognitive. Il pourrait également guider leurs décisions et inhiber leur motivation à explorer un parcours extérieur. Des études similaires menées chez la poule tendent à montrer des résultats inverses (Campbell et al. 2020b). Les poules les plus exploratrices du parcours posséderaient de meilleures performances de mémoire spatiale. Ces résultats soulignent qu'on ne peut pas généraliser les résultats obtenus dans ces recherches qui sont très récentes. Toutefois, ces études illustrent qu'il existe un lien entre cognition et exploration du parcours. Elles indiquent que les études de cognition pourraient, à terme, apporter de nouvelles connaissances sur la biologie de ces oiseaux, utiles pour mieux comprendre leur comportement. Ces connaissances pourraient permettre d'adapter leur milieu de vie d'élevage pour que celui-ci couvre les besoins de tous les individus malgré leurs différences.

2.2. Relations entre cognition et picage.

Le picage est un comportement naturel chez les poules. Elles picorent le sol lorsqu'elles cherchent de la nourriture ou prennent des bains de poussière, et elles se donnent également des coups de becs entre

elles. Des coups de becs légers peuvent avoir une valence positive dans le cadre du toilettage social. Mais le picage peut aussi être agressif lorsque les poules montrent leur dominance et établissent une hiérarchie. Cependant, lorsque le picage est fréquemment dirigé vers la peau et les plumes d'autres individus, il peut devenir un problème majeur de bien-être. Ce comportement est appelé picage sévère. La complexité du picage réside dans son caractère multifactoriel (Coton et al. 2019). Jung et Knierim (2018), dans une revue récente d'études expérimentales et épidémiologiques, ont trouvé au moins 62 facteurs qui peuvent augmenter significativement le risque de développer du picage. Toutefois, des études ont démontré qu'une petite proportion d'individus semble responsable de la propagation du picage dans un groupe donné (Rodenburg et al. 2004). Ces résultats suggèrent donc que le picage pourrait, en partie au moins, dépendre de l'individu et de la façon dont celui-ci perçoit son environnement et les événements qui s'y déroulent. Des études vont dans ce sens et démontrent un lien entre le picage et les capacités d'apprentissage social des individus. Dans une expérience, Cloutier et al. (2002) ont montré que des poules qui avaient pu observer d'autres individus piquer un modèle de poule inanimé, reproduisaient davantage ce comportement par rapport à des poules naïves. De façon similaire, Zeltner et al. (2000) ont observé que le picage se développe et augmente significativement plus dans des groupes de poussins qui contiennent quelques poussins présentant des fréquences de picage élevées. Si le picage nécessite en partie un apprentissage, d'autres études suggèrent que les poules pourraient aussi apprendre à réprimer ce comportement. Une série d'expériences élégantes confirme cette possibilité : les poules qui ont été exposées et conditionnées à des plumes trempées dans une solution de quinine (avec un goût amer, désagréable) ont montré un picage nettement moins sévère lorsqu'elles étaient en groupe (Harlander-Matauschek et al. 2008). De la même façon, l'application de quinine (solution amer) sur les plumes des animaux, dès la première semaine après la naissance jusqu'à leur première ponte, réduit le picage sévère. Cependant, une fois que ce traitement a été arrêté, ces mêmes oiseaux ont montré un picage sévère au moment de la période de ponte suivante, et ce à des niveaux plus élevés qu'à la période de ponte précédente (Harlander et al. 2010). Enfin, des études de comportement, de physiologie ou de neurobiologie menées sur des poules sélectionnées sur leur propension à piquer montrent que le picage sévère pourrait s'apparenter à des désordres cognitifs ou cérébraux proches de ce qui est observé dans les pathologies liées à l'hyperactivité (Kjaer et al. 2015). En particulier, le picage sévère mettrait en jeu des modifications du fonctionnement d'un système de neurotransmission dans le cerveau des animaux qui est connu pour être impliqué dans des processus

cognitifs tels que l'attention ou la mémoire, le système dopaminergique. Ainsi, ces expériences apportent de nouvelles connaissances sur le comportement de picage qui est à l'origine d'importantes altérations du bien-être chez la poule. Ce comportement semble bien mettre en jeu des processus cognitifs dont les mécanismes sont encore loin d'être élucidés. Des études sur ces processus cognitifs permettront de mieux appréhender ce comportement et pourraient déboucher, à terme, sur des pistes nouvelles permettant de réduire l'apparition du picage.

effet, contrairement aux traditionnels enrichissements physiques, les enrichissements cognitifs semblent être moins sujet au phénomène d'habituation, à une perte d'intérêt. Ils pourraient donc contribuer de manière plus efficace au bien-être.

CONCLUSION

La cognition est un domaine vaste et il reste encore beaucoup à découvrir concernant le répertoire des capacités cognitives chez les oiseaux domestiques, leur ontogenèse, etc. Ces connaissances sont essentielles pour mieux comprendre la biologie de ces oiseaux, leur univers mental et proposer des systèmes d'élevage adaptés aux différents profils d'animaux présents au sein d'un élevage. Ces connaissances pourraient aider au développement de conditions d'élevage bénéfiques au bien-être physique mais aussi mental des animaux. En effet, les capacités cognitives, qui permettent aux animaux de se représenter mentalement ce qu'ils vivent, ce qu'ils ressentent sont au cœur de leur santé mentale. Des enrichissements occupationnels, basés sur les capacités cognitives, pourraient ainsi constituer des leviers efficaces pour stimuler les animaux et contribuer à leur bien-être. En

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bestman, M., C. Verwer, T. Van Niekerk, F. Leenstra, B. Reuvekamp, Z. Amsler-Kepalaite, and V. Maurer., 2019. *Applied Anim. Behav. Sci.* (214), 57–63
- Bradshaw, R. H., & Dawkins, M. S., 1993. *Behav. Processes*, (283), 165-172
- Campbell, D. L. M., Bari, M. S., and Rault, J.-L., 2020a. *Anim. Prod. Sci.*, (61), 848-855
- Campbell, D. L. M., Dyal, T. R., Downing, J. A., Cohen-Barnhouse, A. M., and Lee, C., 2020b. *Front. Vet. Sci.*, (7), 1–14
- Cloutier, S., Newberry, R. C., Honda, K., and Alldredge, J. R., 2002. *Anim. Behav.*, (63), 1153–1162
- Coton, J., Guinebretière, M., Guesdon, V., Chiron, G., Mindus, C., Laravoire, A., Pauthier G., Balaine L., Descamps M., Bignon L., HUneau-Salaün A., and Michel V., 2019. *Br. Poult. Sci.*, (60), 617–627
- Dawkins, M. S. 1993. In Oxford: Oxford University Press.
- DeMello, L. R., Foster, T. M., & Temple, W., 1993. *J. Exp. Anal. Behav.*, (603), 595-609
- Ferreira, V. H. B., Barbarat, M., Lormant, F., Germain, K., Brachet, M., Løvlie, H., Calandreau L., and Guesdon, V., 2020. *Anim. Cogn.*, (234), 769-780
- Ferreira, V. H. B., Peuteman, B., Lormant, F., Valenchon, M., Germain, K., Brachet, M., Leterrier C., Lansade L., Calandreau L., and Guesdon V., 2019. *Behav. Processes* (166), 103-88
- Ferreira, V. H. B., Reiter, L., Germain, K., Calandreau, L., and Guesdon, V., 2020b. *Biol. Lett.* (16), 20190721.
- Freire, R., and S. J. Hazel., 2017. *Anim. Sent.* 2(17), 1–4
- Garnham, L., & Løvlie, H., 2018. *Behavioral Sciences*, 8(1), 13
- Gebhardt-Henrich, S. G., M. J. Toscano, and F. Ernst., 2014. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (155), 74–81
- Harlander Matauschek, A., Beck, P., and Rodenburg, T. B., 2010. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (127), 108–114

- Harlander-Matauschek, A., Wassermann, F., Zentek, J., and Bessei, W., 2008. Poult. Sci. (87), 1720–1724
- Jung, L., and Knierim, U., 2018. Appl. Anim. Behav. Sci. (200), 1–1
- Kjaer, J. B., Würbel, H., & Schrader, L., 2015. Appl. Anim. Behav. Sci., (168), 56-6
- Larsen, H., P. H. Hemsworth, G. M. Cronin, S. G. Gebhardt-Henrich, C. L. Smith, and Rault J.L., 2018. Animal 12(11), 2356-2364
- Le Neindre, P., Bernard, E., Boissy, A., Boivin, X., Calandreau, L., Delon, N., Deputte, B., Desmoulin-Canselier, S., Dunier, M., Faivre, N., Giurfa, M., Guichet, J., Lansade, L., Larrère, R., Mormède, P., Prunet, P., Schaal, B., Servière, J., Terlouw, C., 2017. Animal consciousness. EFSA Supporting Publications, 14 4. - EN-1196. GBR: John Wiley Sons Ltd.
- Lea, S. E., Slater, A. M., & Ryan, C. M., 1996. Infant Behav. Dev., (194), 501-504
- Lorenz, K., 1935. J. Ornithol. (83), 137-213
- Nakamori, T., Maekawa, F., Sato, K., Tanaka, K., Ohki-Hamazaki, H., 2013. Dev. Growth Diff. (55), 198-206.
- Nakamura, N., Watanabe, S., Betsuyaku, T., & Fujita, K., 2011. Anim. Cogn., (141), 83-93
- Nicol, C. J. 2015. The behavioural biology of chickens. CABI.
- Pettersson, I. C., R. Freire, and C. J. Nicol., 2016. Poult. Sci. J. 720(1), 137–150
- Regolin, L., & Vallortigara, G., 1995. Percept. Psychophys., (577), 971-976
- Regolin, L., Rugani, R., Stancher, G., & Vallortigara, G., 2011. Biol. Lett., (75), 654-657
- Rodenburg, T. B., Van Hierden, Y. M., Buitenhuis, A. J., Riedstra, B., Koene, P., Korte, S. M., Van der Poel J.J., Groothuis H.J., and Blokhuis H.J., 2004. Appl. Anim. Behav. Sci. (86), 291–29
- Rugani, R., Fontanari, L., Simoni, E., Regolin, L., & Vallortigara, G., 2009. Proc. Royal Soc. B., (276)1666, 2451-2460
- Rugani, R., Vallortigara, G., Priftis, K., & Regolin, L., 2015. Science, (347)6221, 534-536
- Taylor, P. S., P. H. Hemsworth, P. J. Groves, S. G. Gebhardt-Henrich, and J.-L. Rault., 2020. Animal (14)1, 138–149
- Taylor, P., P. Hemsworth, P. Groves, and J.-L. Rault., 2017. Animals (7), 12-55
- Vallortigara, G., Zanforlin, M., & Pasti, G., 1990. J. Comp. Psychol., (104)3, 248-254
- Zanforlin, M. 1981. Italian Journal of Psychology, (8)1, 1-16
- Zeltner, E., Klein, T., and Huber-Eicher, B., 2000. Anim. Behav. (60), 211–216