

ARTICLE

La science face à l'érosion de la biodiversité

Laureline Boulanger, Amélie Héraud*, Dorian Martzloff, et Valentin Ropital

Master 2 Écophysiologie, Écologie & Éthologie 2019–2020, Faculté des Sciences de la Vie, Université de Strasbourg, 28 rue Goethe, 67000 Strasbourg, France

Reçu le 7 septembre 2020

Résumé– Aujourd'hui, le monde fait face à une érosion importante de sa biodiversité ; le déclin des populations animales est si important qu'il est considéré par certains comme la sixième extinction de masse de la terre. L'homme, au travers de ses actions, est la cause principale de cette crise écologique et menace une biodiversité qui lui est pourtant indispensable. Agir pour la préserver devient donc primordial et passe par une meilleure connaissance des espèces à protéger. Ainsi, la science joue un rôle essentiel, notamment *via* trois disciplines spécifiques : l'écologie, qui étudie les êtres vivants en relation avec leur milieu naturel, l'éthologie, axée sur le comportement animal, et l'écophysiologie, qui s'intéresse aux adaptations physiologiques des êtres vivants aux changements de leur environnement. Ensemble, celles-ci permettent d'œuvrer pour la protection de la biodiversité grâce à une meilleure compréhension des espèces animales et de leur mode de vie qui conduit à mettre en place des actions de conservation spécifiques et réfléchies.

Mots clés : biodiversité, écologie, éthologie, écophysiologie

Abstract– **What science can do against biodiversity loss.** The earth is currently facing an unprecedented biodiversity loss, which is taking such proportions that it is sometimes considered to be the sixth mass extinction. Human activities are the main cause of this alarming ecological crisis and threaten this biodiversity yet essential to mankind. It is thus necessary to learn more about the different living species, in order to protect and preserve them. In particular, three key scientific fields give us a better insight on biodiversity and its characteristics: ecology, focusing on living species interacting with their environment; ethology, focusing on animal behaviour; and ecophysiology, linking changes at the physiological scale to environmental changes. Together, they allow us to work in favor of biodiversity, by giving us a better understanding of animal species and their ways of life, thus allowing us to act accordingly.

Keywords: biodiversity, ecology, ethology, ecophysiology

Introduction

Commencée il y a bien longtemps par nos ancêtres, l'érosion de la biodiversité se poursuit aujourd'hui à un rythme effréné. En 2005, le *Millenium Ecosystem Assessment* dresse un état des lieux alarmant de la crise actuelle : les espèces animales disparaissent à des taux 100 à 1000 fois supérieurs au taux d'extinction naturel estimé par les paléontologues sur les 500 derniers millions d'années. L'ampleur du déclin de la biodiversité est telle que l'on considère actuellement être confronté à la sixième extinction de masse de la terre (Barnosky *et al.*, 2011).

Cinq facteurs principaux non exclusifs d'origine anthropique ont été mis en cause : destruction et fragmentation des habitats naturels, invasion biologique (introduction d'espèces exotiques envahissantes), pollu-

tion (chimique, lumineuse, sonore), surexploitation des ressources (halieutiques) et dérèglement climatique (réchauffement global, montée des eaux, acidification des océans). Si les espèces peuvent s'adapter aux changements de leur environnement, ces derniers sont aujourd'hui trop rapides pour qu'un tel processus évolutif se mette en place chez la plupart d'entre elles.

Cette biodiversité menacée est pourtant indispensable au bien-être de l'homme. En effet, cette dernière a un rôle majeur au sein des écosystèmes qui fournissent aux sociétés humaines de nombreux services de soutien (cycle de l'eau, de la matière), de production (alimentation, eau), de régulation (climat, espèces invasives) et culturels, dits écosystémiques (Roche *et al.*, 2016). Par exemple, les pollinisateurs jouent un rôle clé dans la dispersion végétale (Blitzer *et al.*, 2016) et les espèces ingénieuses comme le castor (Nyssen *et al.*, 2011) et le lombric (Ponge, 2004) participent activement à la régulation de leur milieu

*Auteur correspondant : amelie.hrd@gmail.com

(respectivement cours d'eau et sol). De plus, les super-prédateurs comme le loup exercent une pression de prédation qui permet la régulation des populations de proie, ce qui peut à terme profiter à tout l'écosystème (*e.g.* réintroduction du loup dans le parc de Yellowstone, [Ripple & Beschta, 2012](#)). Certaines espèces peuvent même nous aider à lutter contre le dérèglement climatique : les baleines sont, au même titre que les arbres, de véritables puits de carbone ([Chami *et al.*, 2019](#)).

Il est donc primordial d'agir pour préserver la biodiversité menacée. Pour cela, il est nécessaire d'étudier les espèces animales afin de mieux appréhender l'impact des cinq facteurs d'érosion mentionnés plus haut. Trois disciplines scientifiques apparues au cours des deux derniers siècles permettent une meilleure compréhension de ces espèces menacées : l'écologie, l'éthologie et l'éco-physiologie.

Les apports de l'écologie

La discipline qui est historiquement la plus étroitement liée à la protection de la biodiversité est l'écologie. Appelée ainsi pour la première fois par le biologiste et philosophe allemand Ernst Haeckel en 1866, l'écologie a mis un certain temps à être reconnue comme une science à part entière mais est aujourd'hui bien ancrée dans le paysage scientifique. Cette discipline étudie les êtres vivants dans leur milieu en tenant compte de leurs interactions, au sein de la biocénose et avec le biotope.

Discipline tant théorique qu'appliquée, elle a pleinement profité des avancées technologiques récentes. Les progrès en génomique sont essentiels à la classification phylogénétique des êtres vivants ([Brown, 2002](#)) et permettent régulièrement de découvrir de nouvelles espèces. C'est ainsi, par exemple, qu'il a pu être montré qu'une espèce de papillon tropical (*Astraptes fulgerator*, Walch, 1775) était en fait constituée de dix espèces cryptiques différentes, difficilement dissociables morphologiquement ([Hebert *et al.*, 2004](#)). La télémétrie (radar, GPS...) est par ailleurs un outil privilégié pour les suivis de populations ([López-López, 2016](#) ; [Becciu *et al.*, 2019](#)). La mise en évidence des liens existant entre une diminution des habitats naturels et un déclin de populations dont c'est le milieu de vie peut mener à des efforts de conservation ([Böhning-Gaese & Lemoine, 2004](#)). Ces progrès sont également utiles en écologie du paysage et permettent de mieux comprendre l'impact de la fragmentation des habitats sur les populations, notamment sur leur capacité de dispersion ([Wilson *et al.*, 2009](#)). Enfin, les avancées en matière de modélisation sont mises à profit dans divers domaines comme en dynamique des populations, en gestion d'espèces invasives ou encore lors de l'estimation de domaines vitaux, ce qui permet de mieux documenter les projets de conservation et de mieux cibler les zones sensibles ([Walter *et al.*, 2015](#) ; [Blasius *et al.*, 2019](#)).

Bénéficiant d'un intérêt sans précédent du fait du contexte et des moyens actuels, l'écologie est donc aujourd'hui une discipline essentielle à la conservation.

Les apports de l'éthologie

Mieux comprendre le comportement des animaux dans leur environnement naturel, tel est l'objectif de l'éthologie, discipline ayant émergé vers 1950 sous l'influence des zoologistes autrichiens Karl von Frisch et Konrad Lorenz et du naturaliste néerlandais Nikolaas Tinbergen. Bien que cette discipline soit souvent perçue comme fondamentale, les connaissances acquises en éthologie peuvent être utilisées au service de la protection des espèces.

Connaître le répertoire comportemental naturel des animaux est en effet primordial pour assurer la conservation *ex situ* (*e.g.* parcs animaliers) dans le respect des espèces concernées ([Duroyon, 2009](#) ; [Crockett & Ha, 2010](#) ; [Stanton *et al.*, 2015](#)). Un animal en captivité présentant une stéréotypie, définie comme un comportement répétitif, invariant et qui n'a aucun but ou fonction apparent ([Mason, 1991](#)) (*e.g.* agressions contre les barreaux, animaux arpentant leur cage de long en large, oiseaux s'arrachant les plumes), est un signe de mal-être suggérant que l'environnement proposé n'est pas adapté à ses besoins. La mise en place d'enrichissements adaptés peut alors améliorer le bien-être de l'animal ([Wenisch, 2012](#)). En outre, la personnalité des individus peut jouer un rôle important lors de réintroductions ou de renforcements de populations et maîtriser cet aspect permet d'augmenter significativement les chances de succès de l'opération (*e.g.* réintroduire des individus explorateurs et/ou timides selon le contexte) ([Bremner-Harrison *et al.*, 2004](#) ; [Powell & Gartner, 2011](#) ; [Haage *et al.*, 2017](#)). En contribuant au développement de protocoles adaptés, voire d'en repérer les failles par l'observation de comportements anormaux, l'éthologie a donc toute sa place pour l'élaboration des stratégies de conservation des espèces ([Curio, 1996](#)). Enfin, l'étude des capacités cognitives animales (émotions, conscience, personnalité, apprentissage...) permet de changer le regard du public et de sensibiliser à la protection des espèces concernées ([De Waal, 2016](#) ; [Berns, 2017](#)). Les travaux de Jane Goodall avec les chimpanzés ont ainsi profondément transformé le rapport de la société avec cette espèce de primates ([Goodall, 2010](#)).

L'étude du comportement des animaux dans un habitat fragmenté permet également de mieux comprendre les réponses comportementales développées face à cette fragmentation (*e.g.* changement d'habitudes spatiales et temporelles) et d'agir en conséquence, en aménageant par exemple des passages à faune (tunnel ou pont permettant aux animaux de traverser les routes en sécurité, *e.g.* crapauduc) adaptés ([Tigas *et al.*, 2002](#)).

Les apports de l'éco-physiologie

Au croisement de l'écologie et de la physiologie, l'éco-physiologie, qui a émergé aux États-Unis au cours du XIX^e siècle, s'intéresse aux adaptations physiologiques des êtres vivants à leur environnement. Développée récemment, la physiologie de la conservation, sous-discipline appliquée de l'éco-physiologie, permet de

comprendre les éventuelles stratégies adaptatives développées par les êtres vivants pour faire face aux changements globaux.

En mesurant les variations des taux d'hormones de stress (glucocorticoïdes) chez les animaux suivis, la source de stress dans l'environnement peut être détectée et éliminée, ce qui favorise la mise en place de mesures de conservation adaptées (Wasser *et al.*, 1997; Wikelski *et al.*, 2002; Wikelski & Cooke, 2006). De plus, le *biologging*, pour le suivi de paramètres physiologiques (température corporelle, fréquence cardiaque) chez des animaux équipés d'enregistreurs et de certains paramètres du milieu (Cooke *et al.*, 2004), permet par la suite de mieux comprendre l'effet du changement climatique sur leur comportement et leur physiologie et d'en apprendre davantage sur leur capacité à y faire face, notamment lors d'événements coûteux en énergie comme la migration (Klaassen *et al.*, 2012). Les informations sur la prise alimentaire associées à des données spatiales peuvent notamment permettre de déterminer des zones clés à protéger (*e.g.* pour le fourrageage et/ou la reproduction...) (Bevan *et al.*, 1995). Toutes ces données permettent de développer des modèles prédictifs qui, couplés à des données démographiques, constituent des instruments de prise de décision pertinents en biologie de la conservation (O'Connor *et al.*, 2006; Evans *et al.*, 2015).

Conclusion et perspectives

Au-delà des contributions individuelles, l'alliance de ces disciplines permet une approche interdisciplinaire qui offre une compréhension plus complète et une protection plus efficace de la faune. Considérer ces trois disciplines ensemble, pour mieux répondre aux questions fondamentales, permet ainsi d'œuvrer pour la protection de la biodiversité animale. L'écologie comportementale ou écoéthologie, qui lie écologie et éthologie, permet par exemple de mieux appréhender l'impact des activités humaines et du dérèglement climatique sur les animaux en étudiant les ajustements comportementaux dont ceux-ci peuvent faire preuve, ainsi que l'amplitude de ces réponses (norme de réaction). Certaines populations de mésanges charbonnières sont par exemple capables de déplacer leur date de ponte en fonction du pic d'abondance des chenilles (Charmantier *et al.*, 2008). Néanmoins, le non-ajustement est parfois la meilleure solution (Visser *et al.*, 1998, 2012) si le changement n'est pas de grande ampleur. En effet, toute réponse comportementale face à un changement comporte un coût physiologique (*e.g.* augmentation du stress) et des compromis coûts-bénéfices sont alors mis en place. Chez les oiseaux, par exemple, l'abandon du nid par les parents est relié à une augmentation des taux d'hormones de stress (corticotérostérone) et une diminution des soins parentaux (prolactine), qui surviennent lorsque le coût physiologique lié à l'élevage des jeunes est trop fort (lorsque la survie de l'adulte est compromise) (Crisuolo, 2001; Spée, 2010; Thierry, 2013). Étudier les relations entre comportement de désertion du nid et physiologie des parents permet ainsi

de mettre en évidence les causes environnementales (Yorio & Boersma, 1994) et de mieux appréhender ce phénomène dans une optique de conservation de l'espèce.

Le cloisonnement des disciplines survenu récemment dans l'histoire de la science représente donc une barrière à une protection efficace de la biodiversité. Une approche interdisciplinaire est par conséquent primordiale pour agir au mieux et au plus vite face au déclin de la biodiversité et celle-ci doit être encouragée à l'avenir.

Remerciements. Cet article a été rédigé à l'occasion du centenaire de la Société de biologie de Strasbourg (SBS). Nous tenons à remercier Sylvie Massemin, responsable du master Écophysiologie, Écologie & Ethologie de l'Université de Strasbourg, pour son aide lors de la rédaction de cet article, ainsi que les relecteurs pour leurs commentaires pertinents. Enfin, nous remercions *Biologie Aujourd'hui* de nous avoir offert l'opportunité de publier dans leur revue.

Références

- Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maquire, K.C., Mersey, B., Ferrer, E.A. (2011). Has the earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471, 51-57.
- Becciu, P., Menz, M.H.M., Aurbach, A., Cabrera-Cruz, S.A., Wainwright, C.E., Scacco, M., Ciach, M., Pettersson, L.B., Maggini, I., Arroyo, G.M., Buler, J.J., Reynolds, D.R., Sapir, N. (2019). Environmental effects on flying migrants revealed by radar. *Ecography*, 42, 942-955.
- Berns, G. (2017). What it's like to be a dog: and other adventures in animal neuroscience. Basic Books (Ed.), 320 p.
- Bevan, R.M., Butler, P.J., Woakes, A.J., Prince, P.A. (1995). The energy expenditure of free-ranging black-browed albatross. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*, 350, 119-131.
- Blasius, B., Rudolf, L., Weithoff, G., Gaedke, U., Fussmann, G. F. (2019). Long-term cyclic persistence in an experimental predator-prey system. *Nature*, 577, 226-230.
- Blitzer, E.J., Gibbs, J., Park, M.G., Danforth, B.N. (2016). Pollination services for apple are dependent on diverse wild bee communities. *Agric Ecosyst Environ*, 221, 1-7.
- Böhning-Gaese, K., Lemoine, N. (2004). Importance of climate change for the ranges, communities and conservation of birds. *Adv Ecol Res*, 35, 211-236.
- Bremner-Harrison, S., Prodohl, P.A., Elwood, R.W. (2004). Behavioural trait assessment as a release criterion: boldness predicts early death in a reintroduction programme of captive-bred swift fox (*Vulpes velox*). *Anim Conserv Forum*, 7, 313-320.
- Brown, T.A. (2002). Molecular phylogenetics, in: Wiley-Liss (Ed.) (Oxford), *Genomes*, 2, 572 p.
- Chami, R., Cosimano, T., Fullenkamp, C., Oztosun, S. (2019). Nature's solution to climate change. A strategy to protect whales can limit greenhouse gases and global warming. *Financ Dev*, 56, 34-38.
- Charmantier, A., McCleery, R.H., Cole L.R., Perrins C., Kruuk L.E., Sheldon B.C. (2008). Adaptive phenotypic plasticity in response to climate change in a wild bird population. *Science*, 320, 800-803.
- Cooke, S.J., Hinch, S.G., Wikelski, M., Andrews, R.D., Kuchel, L. J., Wolcott, T.G., Butler, P.J. (2004). Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology. *Trends Ecol Evol*, 19, 334-343.

- Criscuolo, F. (2001). Aspects comportementaux et endocriniens du jeûne d'incubation de l'eider à duvet (*Somateria mollissima*). Thèse de doctorat, Univ Lyon1.
- Crockett, C.M., Ha, R.R. (2010). Data collection in the zoo setting, emphasizing behavior, in: Wild mammals in captivity: principles and techniques for zoo management, Vol. 2, University Chicago Press, pp. 386-406.
- Curio, E. (1996). Conservation needs ethology. *Trends Ecol Evol*, 11, 260-263.
- De Waal, F. (2016). Sommes-nous trop « bêtes » pour comprendre l'intelligence des animaux ? Les Liens qui libèrent (Ed.), 409 p.
- Duroyon, C. (2009). Problématique de la constitution d'un répertoire comportemental chez une espèce de mammifères marins, le dauphin souffleur. Thèse de doctorat, École nationale vétérinaire d'Alfort.
- Evans, T.G., Diamond, S.E., Kelly, M.W. (2015). Mechanistic species distribution modelling as a link between physiology and conservation. *Conserv Physiol*, 3, cov056.
- Goodall, J. (2010). Through a window: my thirty years with the chimpanzees of Gombe. Mariner Books Houghton Mifflin Harcourt (Ed.), Boston, New York, 400 p.
- Haage, M., Maran, T., Bergvall, U.A., Elmhagen, B., Angerbjörn, A. (2017). The influence of spatiotemporal conditions and personality on survival in reintroductions—evolutionary implications. *Oecologia*, 183, 45-56.
- Hebert, P.D.N., Erin, H.P., Burns, J.M., Janzen, D.H., Hallwachs, W. (2004). Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 101, 14812-14817.
- Klaassen, M., Hoyer, B.J., Nolet, B.A., Buttemer, W.A. (2012). Ecophysiology of avian migration in the face of current global hazards. *Philos Trans R Soc B-Biol Sci*, 367, 1719-1732.
- López-López, P. (2016). Individual-based tracking systems in ornithology: welcome to the era of big data. *Ardeola*, 63, 103-137.
- Mason, G.J. (1991). Stereotypies: a critical review. *Anim Behav*, 41, 1015-1037.
- Millennium Ecosystem Assessment (Program). (2005). Ecosystems and human well-being. Island Press, Washington, D.C.
- Nyssen, J., Pontzele, J., Billi, P. (2011). Effect of beaver dams on the hydrology of small mountain streams: example from the Cheval in the Ourthe Orientale basin, Ardennes, Belgium. *J Hydrol*, 402, 92-102.
- O'Connor, M.P., Sieg, A.E., Dunham, A.E. (2006). Linking physiological effects on activity and resource use to population level phenomena. *Integrat Comp Biol*, 46, 1093-1109.
- Ponge, J.F. (2004). La faune du sol, ouvrière peu connue du fonctionnement des écosystèmes forestiers. *Forêt Entreprise*, 155, 33-35.
- Powell, D.M., Gartner, M.C. (2011). Applications of personality to the management and conservation of nonhuman animals, in: From genes to animal behavior, Springer (Ed.), Tokyo, pp. 185-199.
- Ripple, W.J., Beschta, R.L. (2012). Trophic cascades in Yellowstone: the first 15 years after wolf reintroduction. *Biol Conserv*, 145, 205-213.
- Roche, P., Geijzendorffer, I., Levrel, H., Maris, V. (2016). Valeurs de la biodiversité et services écosystémiques. Perspectives interdisciplinaires, Quae (Ed.), Versailles, 220 p.
- Spée, M. (2010). Mécanismes hormonaux impliqués dans l'induction de l'abandon du nid chez un oiseau marin longévif: le manchot Adélie. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg.
- Stanton, L.A., Sullivan, M.S., Fazio, J.M. (2015). A standardized ethogram for the felidae: a tool for behavioral researchers. *Appl Anim Behav Sci*, 173, 3-16.
- Thierry, A.M. (2013). Statut endocrinien et effort de reproduction chez un oiseau marin longévif, le manchot Adélie, dans un environnement changeant. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg.
- Tigas, L.A., Van Vuren D.H., Sauvajot R.M. (2002). Behavioral responses of bobcats and coyotes to habitat fragmentation and corridors in an urban environment. *Biol Conserv*, 108, 299-306.
- Visser, M.E., van Noordwijk, A.J., Tinbergen, J.M., Lessells, C. M. (1998). Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits (*Parus major*). *Proc R Soc Lond Ser B Biol Sci*, 265, 1867-1870.
- Visser, M.E., te Marvelde, L., Lof, M.E. (2012). Adaptive phenological mismatches of birds and their food in a warming world. *J Ornithol*, 153, 75-84.
- Walter, W.D., Onorato, D.P., Fischer, J.W. (2015). Is there a single best estimator? Selection of home range estimators using area-under-the-curve. *Mov Ecol*, 3, 1-11.
- Wasser, S. K., Bevis, K., King, G., Hanson, E. (1997). Non-invasive physiological measures of disturbance in the northern spotted owl. *Conserv Biol*, 11, 1019-1022.
- Wenisch, E. (2012). Les stéréotypies des animaux élevés en captivité : étude bibliographique. Thèse d'exercice, École nationale vétérinaire de Toulouse, 136 p.
- Wikelski, M., Wong, V., Chevalier, B., Rattenborg, N., Snell, H. L. (2002). Galapagos islands: marine iguanas die from trace oil pollution. *Nature*, 417, 607.
- Wikelski, M., Cooke, S.J. (2006). Conservation physiology. *Trends Ecol Evol*, 21, 38-46.
- Wilson, R.J., Davies, Z.G., Thomas, C.D. (2009). Modelling the effect of habitat fragmentation on range expansion in a butterfly. *Proc R Soc Lond Ser B Biol Sci*, 276, 1421-1427.
- Yorio, P., Boersma, P.D. (1994). Causes of nest desertion during incubation in the Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*). *The Condor*, 96, 1076-1083.

Citation de l'article : Boulanger, L., Héraud, A., Martzloff, D., et Ropital, V. (2020). La science face à l'érosion de la biodiversité. *Biologie Aujourd'hui*, 214, 105-108