NOTE

Un nouveau record mondial de longévité pour un anoure en conditions naturelles

A new world record of longevity in an anuran under natural conditions

Dominique LANGLOIS[1], **Hugo CAYUELA**[2]

[1] *Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté, Réserve naturelle nationale du ravin de Valbois, 24 grande rue, 25330 Cléron, France*

[2] *Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland*

Auteur correspondant : Hugo Cayuela - hugo.cayuela51@gmail.com

Abstract – Longevity is one of the most variable life history traits in the animal kingdom. Here, we report a new world record of longevity for anurans under natural conditions. In a free-ranging population of Yellow-bellied toads (*Bombina variegata*), using capture-recapture method over a 26-years period, we detected an individual with a minimum age of 28 years. We briefly discuss the implication of our findings for the study of aging in the wild.

La longévité constitue l'un des traits d'histoire de vie les plus variables du règne animal (voir la base de données AnAge, https://genomics.senescence.info/species/index.html). Chez les vertébrés, elle varie de 6 mois chez certains poissons cyprinodontes (Genade *et al.* 2005) à plus de 400 ans chez le requin du Groenland (*Somniosus microcephalus* ; Nielsen *et al.* 2016). La masse corporelle constitue un important déterminant de ces variations, les espèces les plus massives présentant les plus grandes longévités (Western & Ssemakula 1982, Gaillard *et al.* 1989). Une étude (Stark & Meiri 2018) a révélé que la relation positive entre la longévité et la masse corporelle est moins forte chez les amphibiens qu'elle ne l'est chez les oiseaux et les mammifères (Western & Ssemakula 1982, Gaillard *et al.* 1989). Bien que des biais techniques inhérents aux méthodes d'estimation de l'âge et de la survie puissent être en cause (Schmidt *et al.* 2007, Sinsch 2015), certaines espèces présentant simultanément une forte longévité et une petite masse corporelle contribuent manifestement à l'affaiblissement de la relation masse–longévité au sein du clade des amphibiens (Stark & Meiri 2018).

Le Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) est l'une des espèces d'anoures constituant une anomalie dans la relation masse–longévité décrite par Stark et Meiri (2018). Cette espèce, mesurant rarement plus de 50 mm et pesant moins de 10 grammes, présente une longévité maximale de 27 ans en captivité (Plytycz & Bigaj 1993). Par ailleurs, des données de capture-recapture collectées dans une population du nord de l'Italie (Di Cerbo *et al.* 2011) ont révélé une longévité de 23 ans, faisant du Sonneur à ventre jaune l'anoure le plus longévif en conditions naturelles (voir tableau 1). Dans cette note, nous rapportons un nouveau record de longévité obtenu dans une population de Sonneurs à ventre jaune de l'est de la France.

Cette observation a été réalisée au cours d'un suivi démographique par capture-recapture (autorisé par arrêté préfectoral) effectué dans la Réserve naturelle nationale (RNN) du ravin de Valbois (département du Doubs, région Bourgogne Franche-Comté) dont la population a été suivie en continue de 1996 à 2021. Les individus de cette population se reproduisent dans des ornières forestières (Fig. 1A). La gestion de la forêt de Valbois, qui est essentiellement privée et couvre 90% des 234 ha de la RNN (Langlois *et al.* 2016), repose sur une convention entre le principal propriétaire et le gestionnaire permettant la mise en place de mesures de préservation des habitats naturels et des espèces d'intérêt patrimonial. Dans les secteurs où la présence du Sonneur à ventre jaune est avérée (adret du ravin), une interdiction d'exploitation du bois est appliquée de février à septembre afin d'éviter tout risque de destruction de l'espèce. Notre suivi par capture-recapture repose sur un protocole communément utilisé chez

Tableau 1 – Listes des 12 espèces d'anoures autres que *Bombina variegata* présentant les longévités les plus importantes actuellement connues en conditions naturelles. Les données de longévité et de masse corporelle sont issues de la base de données de Stark et Meiri (2018) compilant des données de longévité en populations naturelles pour 257 espèces d'amphibiens.

Table 1 – List of the 12 anuran species other than *Bombina variegata* having the highest longevities currently known in the wild. Longevity and body mass data are from the database assembled by Stark et Meiri (2018), which includes longevities recorded in natural populations for 257 amphibian species.

Espèce	Famille	Longévité (années)	Masse corporelle (grammes)
Spea intermontana	Scaphiopodidae	20	13.608
Epidalea calamita	Bufonidae	17	20.629
Pelobates fuscus	Pelobatidae	16	9.138
Pelobates syriacus	Pelobatidae	16	37.601
Anaxyrus canorus	Bufonidae	15	18.08
Pelobates cultripes	Pelobatidae	15	33.191
Pelophylax nigromaculatus	Ranidae	15	27.269
Philoria kundagungan	Myobatrachidae	15	1.74
Pseudepidalea viridis	Bufonidae	15	38.514
Rana aurora	Ranidae	15	86.442
Rhinella achalensis	Bufonidae	15	24.577
Philoria frosti	Myobatrachidae	14.5	12.153

cette espèce (e.g., Astruc *et al.* 2014, Cayuela *et al.* 2016) : chaque année, plusieurs sessions de capture sont réalisées au cours desquelles la face ventrale des individus est photographiée afin d'assurer la reconnaissance individuelle. Le stade de vie (juvénile, subadulte et adulte) et le sexe sont aussi documentés.

Le record de longévité rapporté dans cette note concerne l'individu 1996_08 (Fig. 1B), un mâle qui a été capturé 21 fois entre 1996 et 2021. A sa première capture en 1996, l'individu était déjà sexuellement mature (i.e., présence de callosités nuptiales), ce qui indique qu'il avait déjà au moins 3 ans – la maturité sexuelle est généralement acquise après le troisième hivernage chez les mâles de cette espèce (Anholt *et al.* 1997, Cayuela *et al.* 2016). L'individu était donc logiquement âgé d'au moins 28 ans lors de sa dernière recapture en 2021.

Cette observation étend de 5 ans la longévité documentée chez le Sonneur à ventre jaune en conditions naturelles (précédemment 23 ans selon Di Cerbo *et al.* 2011). Cette nouvelle valeur de longévité est aussi légèrement supérieure à celle observée en captivité (27 ans, Plytycz & Bigaj 1993). De plus, en se référant à la base de données assemblée par Stark & Meiri (2018), notre observation constitue un nouveau record de longévité pour un anoure en conditions naturelles (voir tableau 1).

A ce jour, les mécanismes conférant une telle longévité au Sonneur à ventre jaune malgré sa petite masse corporelle sont encore mal connus. Il est probable que certains peptides tels que la bombinine sécrétés par les glandes granulaires de cette espèce fournissent une protection chimique limitant le risque de prédation et l'activité microbienne (Simmaco *et al.* 1991, Marenah *et al.* 2004), ce qui pourrait réduire la mortalité adulte. De plus, il est possible que cette grande longévité résulte d'un schéma d'allocation énergétique favorisant la maintenance somatique au détriment de la reproduction. Un long temps de vie reproductif permettrait au Sonneur à ventre jaune de maximiser son succès reproducteur en multipliant les occasions de reproduction dans des pièces d'eau où le taux de métamorphose est faible et imprévisible (i.e., stratégie bet-hedging ; Buschmann 2002).

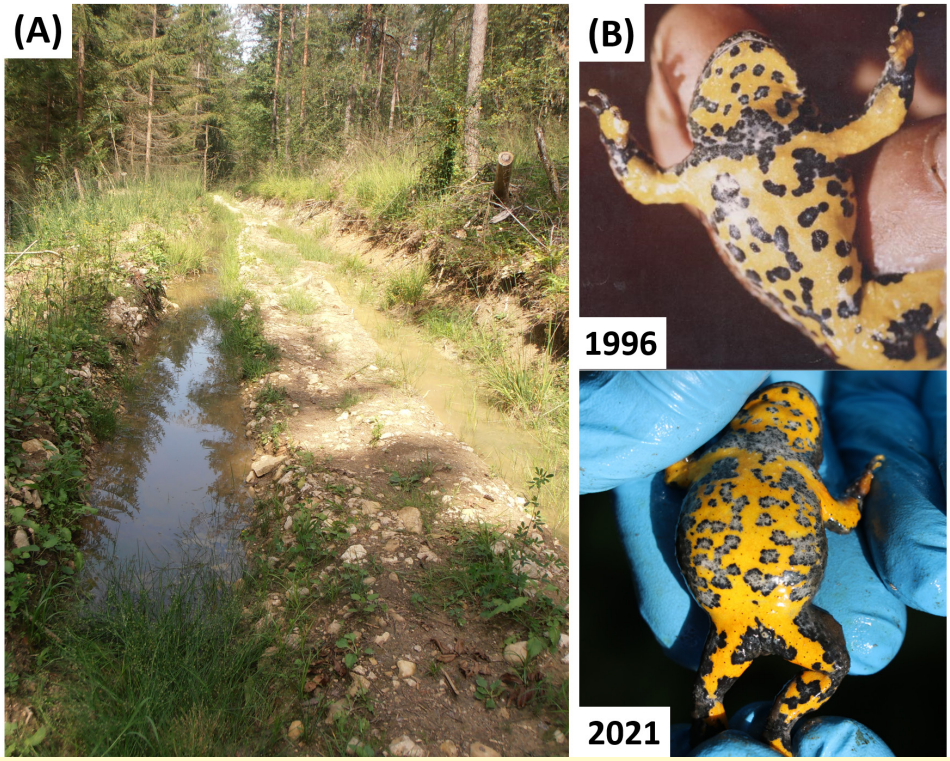

Figure 1 – Habitat de reproduction du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) **(A)** dans la Réserve naturelle nationale du ravin de Valbois (département du Doubs, région Bourgogne Franche-Comté) et face ventrale de l'individu 1996_8 en 1996 et en 2021 **(B)**.

Figure 1 – Breeding habitat of the yellow-bellied toad *(Bombina variegata)* **(A)** in the national natural reserve of ravin de Valbois (Doubs department, Bourgogne Franche-Comté region, France) and the belly pattern of the individual 1996_8 recorded in 1996 and 2021 **(B)**.

Les conditions environnementales auxquelles sont exposées les populations de Sonneur à ventre jaune modulent l'expression de ce fort potentiel de longévité (Cayuela *et al.* 2016, 2018, 2020), conduisant à d'importantes variations interpopulationnelles du temps de vie (Hantzschmann *et al.* 2019). Ces variations sont notamment déterminées par les pratiques de gestion qui affectent fortement la mortalité des adultes (Cayuela *et al.* 2018, 2020). De ce point de vue, il est probable que l'étonnante longévité rapportée dans notre étude soit en partie permise par la protection des habitats de reproduction et la gestion favorable à l'espèce au sein de la RNN du ravin de Valbois.

Pour conclure, notre observation fournit un nouveau record mondial de longévité pour un anoure en conditions naturelles. Elle conforte l'idée que, malgré sa petite masse corporelle, le Sonneur à ventre jaune bénéficie d'une étonnante longévité comparable à celle rapportée chez des mammifères de grande taille (e.g., Tigre, *Panthera tigris* ; Bison européen, *Bison bonasus* ; voir la base de données AnAge). Elle soutient aussi l'idée que le Sonneur à ventre jaune pourrait constituer un excellent modèle biologique pour l'étude des mécanismes de régulation du vieillissement.

BIBLIOGRAPHIE

Astruc, G., Farny, G., Corail, M., Combrisson, D., Dudouet, C., Brebion, G., Lisambert, H. & Besnard, A. (2014) Dynamique des populations et phénologie des Sonneurs à ventre jaune *Bombina variegata* (Linnaeus, 1758) dans le Parc national des Écrins. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, **149 :** 9–23.

Buschmann, H. (2002) Fecundity of yellow-bellied toads *Bombina variegata* under free-range conditions: an indication of risk-spreading strategy. *Amphibia-Reptilia*, **23** (3) : 362–369.

Cayuela, H., Arsovski, D., Thirion, J. M., Bonnaire, E., Pichenot, J., Boitaud, S., Brison, A.-L., Miaud, C., Joly, P. & Besnard, A. (2016) Contrasting patterns of environmental fluctuation contribute to divergent life histories among amphibian populations. *Ecology*, **97** (4) : 980–991.

Cayuela, H., Besnard, A., Quay, L., Helder, R., Léna, J. P., Joly, P. & Pichenot, J. (2018) Demographic response to patch destruction in a spatially structured amphibian population. *Journal of Applied Ecology*, **55** (5) : 2204–2215.

Cayuela, H., Lemaître, J.-F., Bonnaire, E., Pichenot, J. & Schmidt, B. R. (2020) Population position along the fast–slow life-history continuum predicts intraspecific variation

in actuarial senescence. *Journal of Animal Ecology*, **89** (4) : 1069–1079.

Di Cerbo, A. R., Dino, M., Milesi, S. & Biancardi, C. M (2011) Long term monitoring of yellow-bellied toad populations in Italy. In: Abstracts Book and Programme, 16th European Congress of Herpetology (SEH) (Luxembourg and Trier, 25-29 September 2011) : 34–35.

Gaillard, J.-M., Pontier, D., Allaine, D., Lebreton, J.-D., Trouvilliez, J. & Clobert, J. (1989) An analysis of demographic tactics in birds and mammals. *Oikos*, **56** (1) : 59–76.

Genade, T., Benedetti, M., Terzibasi, E., Roncaglia, P., Valenzano, D. R., Cattaneo, A. & Cellerino, A. (2005) Annual fishes of the genus *Nothobranchius* as a model system for aging research. *Aging Cell*, **4** (5) : 223–233.

Hantzschmann, A. M., Gollmann, B., Gollmann, G. & Sinsch, U. (2019) The fast–slow continuum of longevity among yellow-bellied toad populations (*Bombina variegata*): intrinsic and extrinsic drivers of variation. *PeerJ*, **7** : e8233.

Langlois, D., Ravenot, F. & Paris, M. (2016) Plan de gestion de la Réserve naturelle nationale du ravin de Valbois, Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté (Cléron) : 1–170.

Marenah, L., Flatt, P. R., Orr, D. F., McClean, S., Shaw, C. & Abdel-Wahab, Y. H. (2004) Skin secretion of the toad *Bombina variegata* contains multiple insulin-releasing peptides including bombesin and entirely novel insulinotropic structures. *Biological Chemistry*, **385** (3–4) : 315–321.

Nielsen, J., Hedeholm, R. B., Heinemeier, J., Bushnell, P. G., Christiansen, J. S., Olsen, J., Ramsey, C. B., Brill, R. W., Simon, M., Steffensen, K. F. & Steffensen, J. F. (2016) Eye lens radiocarbon reveals centuries of longevity in the Greenland shark (*Somniosus microcephalus*). *Science*, **353** (6300) : 702–704.

Plytycz, B. & Bigaj, J. (1993) Studies on the growth and longevity of the yellow-bellied toad, *Bombina variegata*, in natural environments. *Amphibia-Reptilia*, **14** (1) : 35–44.

Schmidt, B. R., Schaub, M. & Steinfartz, S. (2007) Apparent survival of the salamander *Salamandra salamandra* is low because of high migratory activity. *Frontiers in Zoology*, **4** (1) : 1–7.

Simmaco, M., Barra, D., Chiarini, F., Noviello, L., Melchiorri, P., Kreil, G. & Richter, K. (1991) A family of bombinin-related peptides from the skin of *Bombina variegata.* European *Journal of Biochemistry*, **199** (1) : 217–222.

Sinsch, U. (2015) Skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians. *Herpetological Journal*, **25** (1) : 5–13.

Stark, G. & Meiri, S. (2018) Cold and dark captivity: drivers of amphibian longevity. *Global Ecology and Biogeography*, **27** (11) : 1384–1397.

Western, D. & Ssemakula, J. (1982) Life history patterns in birds and mammals and their evolutionary interpretation. *Oecologia*, **54** (3) : 281–290.

Date de soumission : jeudi 12 août 2021
Date d'acceptation : lundi 15 novembre 2021
Date de publication : lundi 31 janvier 2022