

## Hidden species diversity in *Raiamas salmolucius* (Teleostei: Cyprinidae) from the Congo basin: two new species based on morphometric evidence

**Bauchet Katemo Manda<sup>\*,\*\*</sup>, Jos Snoeks<sup>\*</sup>, Auguste Chocha Manda<sup>\*\*</sup>  
and Emmanuel Vreven<sup>\*</sup>**

A detailed morphometric study of populations of *Raiamas salmolucius*, previously considered widespread throughout the Congo basin, demonstrated that this species is restricted to the main course and right bank affluents of the middle Congo basin. Two new species, previously confused with *R. salmolucius*, are described: *R. marqueti* from the Upper Congo including some affluents of Lake Tanganyika, and *R. brachyrhabdotos* from the Lower Congo and the Kasai basins. These three species differ from their Congo basin congeners by the following combination of characters: 42–48 scales in the lateral line; no spot on the caudal fin base; and the posterior border of the 4<sup>th</sup> infraorbital extending well beyond the posterior border of the 3<sup>rd</sup>. *Raiamas salmolucius* is distinguished from *R. marqueti* and *R. brachyrhabdotos*, by a longer head. *Raiamas brachyrhabdotos* is distinguished from *R. marqueti* by a deeper body, a longer pelvic fin, short and narrow predorsal mid-lateral black bars that do not extend to the lateral line and usually cover one to two rows of scales (vs. long and wide predorsal bars, extending below the lateral line and covering more than two rows of scales), and a convex predorsal profile (vs. a more or less horizontal profile). A key to the *Raiamas* species of the Congo basin is provided.

Une étude morphologique détaillée des populations de *Raiamas salmolucius*, auparavant considérée comme répandue dans tout le bassin du Congo, a révélé que cette espèce est limitée au cours principal et aux affluents de la rive droite du bassin du Moyen-Congo. Deux nouvelles espèces, précédemment confondues avec *R. salmolucius*, sont décrites: *R. marqueti* du bassin du Congo supérieur, y compris certains affluents du lac Tanganyika et *R. brachyrhabdotos* du bassin du Congo inférieur et du bassin de la rivière Kasai. Ces trois espèces diffèrent de leurs congénères du bassin du Congo par la combinaison de caractères suivants: 42–48 écailles sur la ligne latérale, pas de tache sur la base de la nageoire caudale et le bord postérieure du 4<sup>ème</sup> infraorbitaire dépassant largement celui du 3<sup>ème</sup>. *Raiamas salmolucius* se distingue de *R. marqueti* et *R. brachyrhabdotos*, par une tête plus longue. *Raiamas brachyrhabdotos* se distingue de *R. marqueti* par un corps plus haut, une nageoire pelvienne plus longue, des barres noires prédorsales courtes et minces qui n'atteignent pas la ligne latérale et ne couvrant habituellement qu'une ou deux rangées d'écailles (contre les barres longues et larges dépassant la ligne latérale et couvrant plus de deux rangées d'écailles) et un profil prédorsal convexe (plus ou moins horizontal). Une clé des espèces de *Raiamas* du bassin du Congo est donnée.

\* Royal Museum for Central Africa, Section Vertebrates, Ichthyology, Leuvensesteenweg 13, B-3080 Tervuren, Belgium. KU Leuven, Laboratory of Biodiversity and Evolutionary Genomics, Charles Deberiotstraat 32, B-3000 Leuven, Belgium. E-mail: [bauchet.katemomanda@student.kuleuven.be](mailto:bauchet.katemomanda@student.kuleuven.be) (BKM); [jos.snoeks@bio.kuleuven.be](mailto:jos.snoeks@bio.kuleuven.be) (JS); [emmanuel.vreven@africamuseum.be](mailto:emmanuel.vreven@africamuseum.be) (EV, corresponding author).

\*\* Université de Lubumbashi, Unité de Recherche en Biodiversité et Exploitation durable des Zones Humides. P.O. Box. 1825, Lubumbashi, Democratic Republic of the Congo (DRC). E-mail: [bauchetmanda@gmail.com](mailto:bauchetmanda@gmail.com), [bauchet.KatemoManda@unilu.ac.cd](mailto:bauchet.KatemoManda@unilu.ac.cd) (BKM); [augustemanda@hotmail.com](mailto:augustemanda@hotmail.com) (ACM)

## Literature cited

- Armstrong, R. A. 2014. When to use the Bonferroni correction. *Ophthalmic Physiological Optics*, 34: 502–508.
- Banister, K. E. & R. G. Bailey. 1979. Fishes collected by the Zaïre River Expedition, 1974–1975. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 66: 205–249.
- Bookstein, F. L., B. L. Chernoff, R. L. Elder, J. M. Humphries, G. R. Smith & R. E. Strauss. 1985. Morphometrics in evolutionary biology: the geometry of size and shape change, with examples from fishes. Special publication, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia. 15: 1–277.
- Boulenger, G. A. 1911. Catalogue of the freshwater fishes of Africa. Volume 2. British Museum (Natural History), London, 529 pp.
- Bro, R. & A. K. Smilde. 2014. Principal component analysis. *Analytical Methods*, 6: 2812–2831.
- Brown, A. & R. Abell. 2005. Upper Lualaba. Pp. 203–205 in: M. L. Thieme, R. Abell, M. L. J. Stiassny, P. H. Skelton, B. Lehner, G. G. Teugels, E. Dinerstein, A. Kamdem-Toham, N. D. Burgess, & D. Olson (eds.), *Freshwater ecoregions of Africa and Madagascar: a conservation assessment*. Island Press, Washington, DC.
- Brown, A. 2005. Kasai. Pp. 218–220 in: M. L. Thieme, R. Abell, M. L. J. Stiassny, P. H. Skelton, B. Lehner, G. G. Teugels, E. Dinerstein, A. Kamdem-Toham, N. D. Burgess & D. Olson (eds.), *Freshwater ecoregions of Africa and Madagascar: a conservation assessment*. Island Press, Washington, DC.
- De Vos, L. & J. Snoeks. 1994. The non-cichlid fishes of the Lake Tanganyika basin. *Archiv für Hydrobiologie-Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 44: 391–405.
- De Weirtdt, D. 2007. *Raiamas*. Pp. 564–568 in: M. L. J. Stiassny, G. G. Teugels & C. D. Hopkins (eds.), *Poissons d'eaux douces et saumâtres de basse Guinée, ouest de l'Afrique centrale*. Tome 1. Collection faune et flore tropicales. MRAC & IRD, Tervuren & Paris.
- Decru, E., E. Vreven, O. Sadio & J. Snoeks. 2016. *Brycinus epuluensis*, a new species from the Epulu River (Congo basin), Africa (Teleostei: Alestidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 27: 49–60.
- Duby, C. & S. Robin. 2006. Analyse en composantes principales. Institut National Agronomique, Paris-Grignon. 54 pp.
- Eschmeyer, W. N. & R. Fricke & Van der Laan (eds.), 2018. *Catalog of fishes: genera, species, references*. Electronic version of 9 January 2018. Accessed on 19 January 2018.
- Fowler, H. W. 1936. Zoological results of the George Vanderbilt African Expedition of 1934. Part III, – the fresh water fishes. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 88: 243–335.
- Fowler, H. W. 1958. Some new taxonomic names of fishlike vertebrates. *Notulae Naturae*, 310: 1–16.
- Howes, G. J. & G. G. Teugels. 1989. New bariliin cyprinid fishes from West Africa, with a consideration of their biogeography. *Journal of Natural History*, 23: 873–902.
- Howes, G. J. 1980. The anatomy, phylogeny and classification of bariliine cyprinid fishes. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, 37: 129–198.
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2017. *Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria*. Version 13. IUCN, Cambridge, UK & Gland, Switzerland, 108 pp. Downloadable from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedList-Guidelines.pdf>.
- Kullander, S. O. & T. R. Roberts. 2011. Out of Lake Tanganyika: endemic lake fishes inhabit rapids of the Lukuga River. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22: 355–376.
- Lévêque, C. & R. Bigorne. 1983. Révision des *Leptocypris* et *Raiamas* (Pisces, Cyprinidae) de l'Afrique de l'Ouest. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 16: 373–393.
- Lévêque, C., D. Paugy & G. G. Teugels. 1991. Annotated check-list of the freshwater fishes of the Nilo-Sudan river basins, in Africa. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 24: 131–154.
- Liao, T. -Y., J. Arroyave & M. L. J. Stiassny. 2012. Diagnosis of Asian *Raiamas* (Teleostei: Cyprinidae: Chedrina) with comments on chedrin relationships and previously proposed diagnostic characters for *Opsaridium* and *Raiamas*. *Ichthyological Research*, 59: 328–341.
- Matthes, H. 1965. Quelques poissons nouveaux du Congo. *Revue de Zoologie et de Botanique Africaines*, 81: 177–193.
- Mbimbi, J. J. M. M. & M. L. J. Stiassny. 2011. Fishes of the Kwilu River (Kasai basin, central Africa): a list of species collected in the vicinity of Kikwit, Bandundu Province, Democratic Republic of Congo. *Check List*, 7: 691–699.
- Monsembula Iyaba, R. J. C. & M. L. J. Stiassny. 2013. Fishes of the Salonga National Park (Congo basin, central Africa): a list of species collected in the Luilaka, Salonga, and Yenge Rivers (Equateur Province, Democratic Republic of Congo). *Check List*, 9: 246–256.
- Monsembula Iyaba, R. J. C., T. Liyandja & M. L. J. Stiassny. 2013. Fishes of the N'sele River (Pool Malebo, Congo basin, Central Africa): a list of species collected in the main channel and affluent tributaries, Kinshasa Province, Democratic Republic of Congo. *Check List*, 9: 941–956.
- Moyle, P. B. & R. A. Leidy. 1992. Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: evidence from fish faunas. Pp 127–169 in: P. L. Fiedler & S. K. Jain (eds.), *Conservation biology: the theory and practice of nature conservation, preservation, and management*. Chapman and Hall, New York.

- Nelson, J. S., T. C. Grande & M. V. H. Wilson. 2016. Fishes of the world. Fifth edition. John Wiley, New Jersey, 707 pp.
- Nichols, J. T. & L. Griscom. 1917. Fresh-water fishes of the Congo basin obtained by the American Museum Congo Expedition, 1909-1915. Bulletin of the American Museum of Natural History, 37: 653-756, Pls. 64-83.
- Paugy, D., C. Lévêque, G. G. Teugels, R. Bigorne & R. Romand. 1990. Freshwater fishes of Sierra Leone and Liberia: annotated checklist and distribution. Revue d'Hydrobiologie Tropicale, 23: 329-350.
- Paugy, D., 2003. Alestidae. Pp. 236-282 in: D. Paugy, C. Lévêque & G. G. Teugels (eds.), Poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1. Collection faune et flore tropicales. MRAC & IRD, Tervuren & Paris.
- Peters, W. C. H. 1852. Diagnosen von neuen Flussfischen aus Mossambique. Monatsberichte der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1852: 275-276.
- Poll, M. 1953. Poissons non Cichlidae. Exploration hydrobiologique du lac Tanganika (1946-1947). Résultats Scientifiques, 3: 1-619.
- Poll, M. & J.-P. Gosse. 1995. Genera des poissons d'eau douce de l'Afrique. Mémoire de la Classe de Sciences, Académie Royale de Belgique, 9: 1-324.
- Seegers, L. 1996. The fishes of the Lake Rukwa drainage. Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Sciences Zoologiques, 278: 1-407.
- Skelton, P. H. 2001. A complete guide to the freshwater of Southern Africa. Struik Publishers. Cape Town, xiv + 395 pp.
- Snoeks, J., I. J. Harrison & M. L. J. Stiassny. 2011. The status and distribution of freshwater fishes. Pp. 42-73 in: W. R. T. Darwall, K. G. Smith, D. J. Allen, R. A. Holland, I. J. Harrison & E. G. E. Brooks (eds.), The Diversity of life in African freshwaters: under water, under threat: an analysis of the status and distribution of freshwater species throughout mainland Africa. IUCN. Cambridge, UK and Gland, Switzerland.
- Stiassny, M. L. J., R. C. Schelly & U. K. Schliwen. 2006. A new species of *Raiamas* (Teleostei: Cyprinidae) from the lower Congo River, with a phylogenetic assessment of the generic limits of the predatory cyprinid genera *Opsaridium*, *Raiamas* and *Leptocypris*. Copeia, 2006: 370-377.
- Sungani, H., P. B. Ngatunga, S. Koblmüller, T. Mäkinen, P. H. Skelton & M. J. Genner. 2017. Multiple colonisations of the Lake Malawi catchment by the genus *Opsaridium* (Teleostei: Cyprinidae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 107: 256-265.
- Tang, K. L., M. K. Agnew, M. V. Hirt, T. Sado, L. M. Schneider, J. Freyhof, Z. Sulaiman, E. Swartz, C. Vidthayanon, M. Miya, K. Saitoh, A. M. Simons, R. M. Wood & R. L. Mayden. 2010. Systematics of the subfamily Danioninae (Teleostei: Cypriniformes: Cyprinidae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 57: 189-214.
- Taverne, L. & L. De Vos. 1997. Ostéologie et morphologie d'un bariliiné nouveau du bassin de la Malagarasi (système du lac Tanganyika): *Opsaridium splendens* sp. n. (Teleostei, Cyprinidae). Journal of African Zoology, 111: 281-300.
- Teugels, G. G. & J. F. Guégan. 1994. Diversité biologique des poissons d'eaux douces de la Basse-Guinée et de l'Afrique Centrale. Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Sciences Zoologiques, 275: 67-85.
- Thieme, M. L., R. Abell, M. L. J. Stiassny, P. H. Skelton, B. Lerner, G. G. Teugels, E. Dinnerstein, A. Kamdem-Toham, N. D. Burgess & D. Olson. 2005. Freshwater ecoregions of Africa and Madagascar: a conservation assessment. Island Press, Washington DC, 431 pp.
- Van Steenberge, M., E. Vreven & J. Snoeks. 2014. The fishes of the Upper Luapula area (Congo basin): a fauna of mixed origin. Ichthyological Exploration of Freshwaters, 24: 329-345.
- Wamuini-Lunkayilakio, S., E. Vreven, P. Vandewalle, S. Mutambue & J. Snoeks. 2010. Contribution à la connaissance de l'ichtyofaune de l'Inkisi au Bas-Congo (RD du Congo). Cybium, 34: 83-91.

Received 15 June 2017  
 Revised 26 September 2017  
 Accepted 19 June 2018

## The whole contribution can be purchased as PDF file.

### Availability

Generally all our publications are available as PDF files; full publications as a general rule after the printed version is out of print. If you have questions concerning particular contributions please contact us by e-mail:

pdf@pfeil-verlag.de.

### The PDF files are protected by copyright.

The PDF file may be printed for personal use.

The reproduction and dissemination of the content or part of it is permitted.

It is not allowed to transfer the digital personal certificate or the password to other persons.

### Prices

Books: Prices are to be found in the catalog.

Articles in journals and single contributions or chapters in books:

10 EURO basic price per order (including the first 10 pages),  
and

0.50 EURO per page, beginning with the 11<sup>th</sup> page.

Page numbers are found in the contents of the publications.

### Orders

Use our order form for PDF files or send your order informal per e-mail (pdf@pfeil-verlag.de). The only accepted payment is by credit card. While using the order form for PDF files, your data will be transmitted by secure link (ssl). You also may send the informations informally by e-mail, fax, phone or mail.

### Handling

As soon as possible, depending on our business hours and your order, you will receive your PDF file together with the certificate and password by e-mail.

Larger PDF files can be downloaded from our webpage, if necessary.

Your invoice will be sent out by e-mail after we charged your credit card.

To open the encrypted PDF files you have to install your personal certificate after your first order. All PDF files with the same certificate can be opened from that time on.

## Dieser Beitrag kann als PDF-Datei erworben werden.

### Verfügbarkeit von PDF-Dateien

Prinzipiell sind von allen unseren Publikationen PDF-Dateien erhältlich. Komplette Publikationen in der Regel erst nachdem die gedruckte Version vergriffen ist. Anfragen bezüglich bestimmter Beiträge richten Sie bitte per E-Mail an pdf@pfeil-verlag.de.

### Die PDF-Dateien sind urheberrechtlich geschützt.

Ein Ausdruck der PDF-Dateien ist nur für den persönlichen Gebrauch erlaubt.

Die Vervielfältigung von Ausdrucken, erneutes Digitalisieren sowie die Weitergabe von Texten und Abbildungen sind nicht gestattet.

Das persönliche Zertifikat und das Passwort dürfen nicht an Dritte weitergegeben werden.

### Preise

Bücher: Die Preise sind dem Katalog zu entnehmen. Zeitschriftenbeiträge und einzelne Kapitel aus Sammelbänden bzw. Büchern:

10 EURO Grundbetrag pro Bestellung (einschließlich der ersten 10 Seiten),  
und

0,50 EURO pro Seite ab der 11. Seite.

Den Umfang der Beiträge entnehmen Sie bitte den Inhaltsverzeichnissen.

### Bestellungen

Bestellungen sind mit dem PDF-Bestellformular oder formlos per E-Mail (pdf@pfeil-verlag.de) an uns zu richten. Die Bezahlung ist ausschließlich per Kreditkarte möglich. Bei Verwendung unseres Bestellformulars werden die Kreditkartendaten über eine gesicherte Verbindung (ssl) übermittelt. Sie können die Daten aber auch formlos per E-Mail, Fax, Post oder telefonisch übermitteln.

### Abwicklung

So bald wie möglich, aber abhängig von unseren Bürozeiten und der gewünschten Bestellung, schicken wir Ihnen die PDF-Datei(en) zusammen mit Ihrem persönlichen Zertifikat und dem zugehörigem Passwort per E-Mail. Größere Dateien bieten wir Ihnen gegebenenfalls zum Herunterladen an.

Der fällige Betrag wird von Ihrer Kreditkarte abgebucht und Sie erhalten die Rechnung ebenfalls per E-Mail.

Um die verschlüsselten PDF-Dateien öffnen zu können, muss bei der ersten Bestellung das passwortgeschützte persönliches Zertifikat installiert werden, welches anschließend auf dem Rechner verbleibt. Alle mit diesem Zertifikat verschlüsselten Dateien können anschließend auf diesem Rechner geöffnet werden.