Cahiers d'Anatomie Comparée



C@C, 12, 2025, 1-57

ÉTUDE OSTÉOLOGIQUE ET MYOLOGIQUE DU CAMÉLÉON CASQUÉ DU YÉMEN (*Chamaeleo calyptratus*, Duméril & Bibron, 1851)

BOSSY J.⁽¹⁾, BETTI E.⁽²⁾, GUINTARD C.⁽²⁾

- (1) Docteur vétérinaire, 1 rue Maria Callas, 85170 BELLEVIGNY [justinebsy@gmail.com]
- (2) Unité d'Anatomie Comparée, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, ONIRIS, route de Gachet, BP 40706, 44307 Nantes cedex 03, France [eric.betti@oniris-nantes.fr, claude.guintard@oniris-nantes.fr]

English title :

Osteology and myology study of the Veiled chameleon (Chamaeleo calyptratus, Duméril &

Bibron, 1851)

Mots-clés : ostéologie, myologie, atlas photographique, caméléon casqué, *Chamaeleo calyptratus*

Keywords : osteology, myology, photographic atlas, Chamaeleo calyptratus

Systematics - Systématique - (latin) :

Vertebrates - Vertébrés - (Vertebrata) (Cuvier, 1812) Gnathostomes - Gnathostomes - (Gasthostomata) (Gegenbaur, 1874) Tetrapods - Tétrapodes - (Tetrapoda) (Goodrich, 1930) Sauropsida - Sauropsides - (Sauropsida) (Huxley, 1864) Lepidosauromorpha - Lepidosaurauromorphes - (Lepidosauromorpha) (Benton, 1983) Squamates - Squamates - (Squamata) (Oppel, 1811) Iguania - Iguaniens - (Iguania) (Cope, 1811)

Acrodonta - Acrodontes - (Acrodonta) (Cope, 1864)

Chamaeleonidae - Caméléonidés - (Chamaeleonidae) (Constantine S. Rafinesque, 1815) Veiled chameleon- Caméléon casqué - *Chamaeleo calyptratus* (Duméril & Bibron, 1851)

L'anatomie du *Chamaeleo calyptratus* a fait l'objet de différentes études, étant l'un des caméléonidés les plus populaires en tant qu'animal de compagnie, mais aucune étude ne fait la synthèse des connaissances sur l'ensemble de l'ostéologie et de la myologie de cette espèce. C'est ce que nous proposons dans ce court article, à la fois à partir d'une approche moderne (Scanner 3D) et classique (dissection et ostéologie) en l'illustrant par une série de photographies couleur originales légendées.

Deux individus d'âges estimés et inconnus, d'historiques décédés et conservés en chambre froide, en provenance du service NAC du CHUV d'ONIRIS ont servi de support pour l'étude ainsi qu'un individu d'une espèce de caméléon proche : Furcifer pardalis. L'individu femelle de référence, après décongélation a été examiné par radiographie afin d'évaluer l'intégrité du squelette puis analysé par tomodensitométrie. Les trois individus ont disségués pour réaliser un atlas été myologique et ostéologique.

The anatomy of Chamaeleo calyptratus has been the subject of various studies, being one of the most popular Chameleonidae as a pet. However, no study synthesizes knowledge on the entire osteology and myology of this species. This is what we propose in this short article, both from a modern techniques (3D Scanner) and traditional methods (dissection and osteology) illustrated with a series of original color photographs accompanied by captions.

Two individuals of estimated ages and unknown history, who had died and were kept in cold storage, from the Exoctic animals department of the CHUV d'ONIRIS were used as support for the study as well as an individual of a close chameleon species : Furcifer pardalis. The reference female individual, after thawing, was examined by radiography in order to evaluate the integrity of the skeleton and then analyzed by computed tomography. The three individuals were dissected to create a myological and osteological atlas.

Pour l'étude tomodensitométrique, le

les Regarding the CT study, the images were

images ont été collectées avec un scanner taken using a Siemens Healthcare[©] type Siemens Healthcare[©] Sensation 16, Sensation 16 scanner owned by the imaging service possédé par le d'ONIRIS. L'acquisition a été réalisée selon carried out according to the various les différents paramètres résumés dans le parameters summarized in the table below. tableau ci-dessous. Les fichiers DICOM obtenus ont été visualisés avec le logiciel Radiant[©] et convertis au format jpeg.

d'imagerie service of ONIRIS. The acquisition was The DICOM files obtained were visualized using RADIANT© software and converted to jpeg format.

Tableau 1 : Paramètres utilisés pour l'acquisition tomodensitométrique

Exemple Example	Paramètre Setting	Valeur Value	
Longueur du spécimen : 15 cm	Résolution optimale <i>Optimum resolution</i> : - longueur de l'échantillon/1000 (en position centrale) sample length/1000 (in central position)	75µm	
	Nombre de coupes Cut number	1400	
	Ampérage X-Ray Tube current	100 mA	
	Exposition <i>Exposure</i>	250 mAs	
	Epaisseur de coupe Slice thickness	0.75 mm	
	Taille des pixels Pixel spacing	0.28125/0.28125 mm	
	Voltage KVP	80 kV	

[Settings used for the CT study]



Figure 1 : Aspect du spécimen entier avant dissection [Initial aspect of the specimen before dissection]

long.

Pour la constitution de l'atlas anatomique For the osteological and myological study, été réalisée selon le protocole suivant :

L'individu retenu est un Chamaeleo The selected individual is a young female calyptratus femelle juvénile de 12 cm de Chamaeleo calyptratus of 12 centimeters in length.

d'ostéologie et de myologie, la dissection a the Chameleon was dissected according to *the following protocol :*

Matériel : casserole, plaque de cuisson	Materials: pot, hotplates, scalpel blade no.
électrique, lame de scalpel n°22, pince	22, Adson forceps, entomology pins, black
Adson, aiguilles d'entomologie, Papier	foam paper. Woven absorbent paper.
mousse noir. Papier absorbant tissé.	
Étape 1 : Préparation pour la cuisson	Step 1 : Preparation for cooking
L'animal est éviscéré. La peau est retirée et	The animal is eviscerated. The skin is
les muscles sont disséqués. Puis les	removed and the muscles are dissected.
muscles, les tendons sont retirés au	Then the muscles and tendons are removed
maximum. Les membres sont détachés du	as much as possible. The limbs are
corps et les différents segments de la	detached from the body and the different
colonne vertébrale sont séparés.	segments of the spine are separated.

Étape 2 : Cuisson	<u>Step 2 : Cooking</u>
Chaque partie est immergée dans une	Each part is immersed in a saucepan for 1
casserole pendant 1h sans faire bouillir	hour without boiling the water.
l'eau.	
Étape 3 : Le déssaignage	<u>Step 3 : First wash</u>
Les os sont entièrement immergés dans des	The bones are completely immersed in cold
bains d'eau froide à 20 fois le volume	water baths at 20 times the volume
occupé par les os. L'eau est changée toutes	occupied by the bones. The water is
les 48 heures.	changed every 48 hours.
Étape 4 : Bains d'eau oxygénée	Step 4: Hydrogen peroxide baths
On immerge les os dans un mélange d'eau	The bones are immersed in a mixture of
oxygénée (péroxyde d'hydrogène diluée à	hydrogen peroxide (10% diluted hydrogen
10% achetée en grande surface) à 40°C	peroxide purchased in a supermarket) at
pendant 48h à nouveau.	40°C for 48 hours again.
Étape 5 : Second décharnage	Step 5 : Second defleshing
Étape qui consiste à gratter les restes de	A step which consists of scraping the
muscles et tendons sur les différents os.	remains of muscles and tendons on the
Étape longue et minutieuse vu la fragilité	different bones. Long and meticulous step
des os chez les caméléons.	given the fragility of the bones in
Étape 6 : Blanchissement des os	chameleons.
On place les os dans l'eau oxygénée plus	Step 6 : Bleaching the bones
ou moins diluée avec de l'eau pendant	The bones are placed in hydrogen peroxide
plusieurs jours.	more or less diluted with water for several
	days.
Étape 7 : Dégraissage	<u>Step 7 : Degreasing</u>
Les os sont immergés dans de l'eau chaude	The bones are immersed in hot water
contenant un dégraissant ménager pendant	containing a household degreaser for
une dizaine de minutes.	about ten minutes.
Étape 8 : Rinçage à l'eau chaude	Step 8 : Rinse with hot water
Puis séchage à l'air libre à température	Then let dry at room temperature.
ambiante.	



Figure 2 : Squelette du *Chamaeleo calyptratus* en reconstruction tomodensitométrique 3D avec le module "3E VR Bones B/W" du logiciel Radiant© DICOM avec A) en vue latérale droite et B) en vue crâniale.

[Skeleton of Chamaeleo calyptratus in 3D CT reconstruction with the "3E VR Bones B/W" module of the Radiant© DICOM software with A) in right lateral view and B) in cranial

view.]

Les os ont été identifiés et replacés afin de reconstituer les différentes parties du squelette. Des photographies macroscopiques des os sous plusieurs angles ont été réalisées afin de les caractériser de la manière la plus complète possible. Les clichés ont tous été réalisés dans les mêmes conditions et selon les caractéristiques photographiques résumées ci-dessous :

The bones were identified and repositioned to reconstruct the different parts of the skeleton. Macroscopic photographs of the bones were taken from multiple angles to characterize the bones as completely as possible. The photographs were all taken under the same conditions and according to the summarized photographic characteristics below :

Tableau 2 : Caractéristiques et réglages photographiques utilisés

		Photograp	hic	features	and	settings	used	1
--	--	-----------	-----	----------	-----	----------	------	---

Appareil Device	Olympus OM-D EM-5 III
Objectif utilisé Lens used	Olympus M.Zuiko Digital ED 30mm F3.5 Macro
Environnement Environment	Boîte photo de 3 panneaux lumineux. IRC : 95. Température : 5500 K Lightbox composed of 3 luminous panels. Brightness : 100%, Temperature : 5500 K
Réglages Settings	Mode M, ISO 200 fixe, F 5.6 valeur d'ouverture fixe, vitesse d'obturation variable, distance appareil photo-sujet : entre 5 et 10 cm Mode M, fixed ISO 200, fixed aperture value of F 5.6, variable shutter speed, camera-to-subject distance : from 5 to 10 cm

Les photographies sont ensuite traitées via un logiciel de traitement d'image (Adobe Photoshop 2019©) permettant un détourage des pièces osseuses et des muscles, une mise sur fond noir, une transposition d'échelle ainsi que le regroupement des différentes vues en une planche unique. L'ajout des légendes et des orientations est réalisé sur Google Drawing©.

The photos are then processed using image editing software (Adobe Photoshop 2019©), enabling image-cutting of the bones and muscles, placement on a black background, measuring scale transposition, as well as grouping of different views into a single photographic plate. The addition of captions and orientations is done using Google Drawing©.





Lexique des abréviations utilisées Glossary of abbreviations used Cr : crânial anterior / Cd : caudal posterior / Rostr : rostral rostral / Dors : dorsal dorsal / Ventr : ventral ventral / D : droite right / G : gauche left /

Afin de faciliter la lecture et la compréhension de l'ensemble de l'atlas d'ostéologie, un document l'ensemble des planches anatomiques est has been created at the following address : disponible en annexe.

Des pièces cartilagineuses sont absentes au Some cartilaginous pieces are absent in the

To facilitate the reading and understanding of the entire osteology and myology atlas, a contenant document containing all anatomical plates is available in annex.

sein de l'atlas, car non retrouvées après atlas because they were not found during

préparation du squelette. Le chauffage et le the skeleton preparation. Heating and séchage peuvent induire des déformations des os. Ces déformations particulièrement visibles sur les côtes et le ribs and sternum. For other bones, there sternum. Pour les autres os, il semble n'y appears to be very little bone change. avoir que très peu de modifications osseuses.

drying can cause bone deformations. These sont *deformations* are particularly visible on the

Discussion et conclusions *Discussion and conclusions*

Très peu de données bibliographiques traitent spécifiquement de l'ensemble de la address the anatomy and osteology of myologie et de l'ostéologie du Chamaeleo *calyptratus*, pourtant un animal populaire en tant qu'animal de compagnie.

Les difficultés principales de cette étude sont notamment techniques et résident dans la taille des segments osseux, pour certains millimétriques. L'extrapolation des légendes à partir de données de squamates d'autres taxons peut également être problématique. Par ailleurs, cette étude ne concerne qu'un individu dont l'âge et l'historique sont inconnus.

Cette étude figure en tant que support bone date. préalable nécessaire à de futures études statistiques sur des données osseuses.

Very few bibliographic data specifically Chamaeleo calyptratus, despite it being a popular animal as a pet.

The main difficulties of this study are primarily technical and relate to the size of the bone segments, somme of which are millimetric. Extrapolating findings from legends based on date from other squamate tax can also be problematic. Furthermore, this study only concerns one individual whose age and history are unknown.

This study serves as a necessary preliminary foundation for further statistical studies on

Orientations bibliographiques The bibliographic references :

Abdala, Virginia, Adriana S. Manzano, Maria Jose Tulli, et Anthony Herrel. (2009). The Tendinous Patterns in the Palmar Surface of the Lizard Manus: Functional Consequences for Grasping Ability. *The Anatomical Record* 292 (6): 842-53. DOI 10.1002/ar.20909.

- Abu-Ghalyun, Younis, Lewis Greenwald, Thomas E. Hetherington, et Abbot S. Gaunt. (1988). The Physiological Basis of Slow Locomotion in Chamaeleons. *Journal of Experimental Zoology* 245 (3): 225-31. DOI 10.1002/jez.1402450302.
- Ali, Syed Muzammil. (1941). Studies on the Comparative Anatomy of the Tail in Sauria and Rhynchocephalia: I.Sphenodon Punctatus Gray. *Proceedings / Indian Academy of Sciences* 13 (3): 171-92. DOI 10.1007/BF03049153.
- Anderson, Christopher V., et Stephen M. Deban. (2010). Ballistic Tongue Projection in Chameleons Maintains High Performance at Low Temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (12): 5495-99. DOI 10.1073/pnas.0910778107.
- Anderson, Christopher V., et Timothy E. Higham. (2013). Chameleon Anatomy, 7-56. *University of California Press*. DOI 10.1525/9780520957381-004.
- Arnold, Edwin Nicholas. (1998). Structural Niche, Limb Morphology and Locomotion in Lacertid Lizards (Squamata, Lacertidae); a Preliminary Survey. Bulletin of the Natural History Museum. Zoology Series, vol. 64, no. 1, pp. 63--89, https://www.biodiversitylibrary.org/part/78472.
- Arribas, Oscar. (1998). Osteology of the Pyrenaean Mountain Lizards and comparison with other species of the collective genus *Archaeolacerta mertens*, 1921 s.1. from Europe and Asia Minor (Squamata: Lacertidae). *Herpetozoa* 11 (janvier): 47-70.
- Baur, G. (1889). On the Morphology of the Vertebrate-Skull. *Journal of Morphology* 3 (3): 467-74. DOI 10.1002/jmor.1050030304.
- Bergmann, Philip J., et Meredith Hare-Drubka. (2015). Hindlimb Muscle Anatomical Mechanical Advantage Differs among Joints and Stride Phases in Basilisk Lizards. *Zoology* 118 (4): 291-98. DOI 10.1016/j.zool.2015.03.002.
- Bickel, Ryan, et Jonathan B. Losos. (2002). Patterns of Morphological Variation and Correlates of Habitat Use in Chameleons. *Biological Journal of the Linnean Society* 76 (1): 91-103. DOI 10.1111/j.1095-8312.2002.tb01717.x.
- Blob, Richard W., et Andrew A. Biewener. (1999). In Vivo Locomotor Strain in the Hindlimb Bones of Alligator mississippiensis and Iguana iguana: Implications for the Evolution of Limb Bone Safety Factor and Non-Sprawling Limb Posture. Journal of Experimental Biology 202 (9): 1023-46. DOI 10.1242/jeb.202.9.1023.
- Bonine, Kevin E., Todd T. Gleeson, et Theodore Garland Jr. (2001). Comparative Analysis of Fiber-Type Composition in the Iliofibularis Muscle of Phrynosomatid Lizards

(Squamata). Journal of Morphology 250 (3): 265-80. DOI 10.1002/jmor.1069.

- Boulenger, G. A. (1901). Batrachians and Reptiles in the Cambridge Natural History 1. *Nature* 64 (1660): 401-3. DOI 10.1038/064401a0.
- Boussarie, Didier. (2021). L'univers sensoriel des tortues. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* 174 (1): 205-14. DOI 10.3406/bavf.2021.70961.
- Bossy, J. (2025). Étude ostéologique et myologique du caméléon casqué du Yémen (*Chamaeleo calyptratus*, Duméril et Bibron, 1851). Thèse d'exercice en médecine vétérinaire.
- Brainerd, E., Stephen Gatesy, David Baier, et T. Hedrick. (2007). A method for accurate 3-D reconstruction of skeletal morphology and movement. *Comparative Biochemistry and Physiology A-molecular & Integrative Physiology* 146 (avril). DOI 10.1016/j.cbpa.2007.01.213.
- Brock, Gwendolen Trude. (1940). The Skull of the Chameleon, *Lophosaura ventralis*; Some Developmental Stages. *Proceedings of the Zoological Society of London* B110 (3-4): 219-41. DOI 10.1111/j.1469-7998.1940.tb00037.x.
- Buchtová, Marcela, Oldřich Zahradníček, Simona Balková, et Abigail S. Tucker. (2013).
 Odontogenesis in the Veiled Chameleon. *Archives of Oral Biology* 58 (2): 118-33.
 DOI 10.1016/j.archoralbio.2012.10.019.
- Caputo, Vincenzo. (2004). The Cranial Osteology and Dentition in the Scincid Lizards of the Genus *Chalcides (Reptilia, Scincidae)*. *Italian Journal of Zoology* 71 (sup2): 35-45. DOI 10.1080/11250000409356604.
- Carter, D., et A. K. Walker. (1999). Care and Conservation of Natural History Collections. *Elsevier Science & Technology Books*, 226 p.
- Čerňanský, Andrej. (2010). A Revision of *Chamaeleonidae* from the Lower Miocene of the Czech Republic with Description of a New Species of *Chamaeleo*. *Geobios* 43 (6): 605-13. DOI 10.1016/j.geobios.2010.04.001.
- Čerňanský, Andrej, Renaud Boistel, Vincent Fernandez, Paul Tafforeau, Le Noir Nicolas, et Anthony Herrel. (2014). The Atlas-Axis Complex in Chamaeleonids (*Squamata: Chamaeleonidae*), with Description of a New Anatomical Structure of the Skull. Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology 297 (3): 369. DOI 10.1002/ar.22859.
- Čerňanský, Andrej, Anthony Herrel, Job M. Kibii, Christopher V. Anderson, Renaud Boistel, et Thomas Lehmann. (2020). The Only Complete Articulated Early Miocene Chameleon Skull (Rusinga Island, Kenya) Suggests an African Origin for

Madagascar's Endemic Chameleons. *Scientific Reports* 10 (1): 109. DOI 10.1038/s41598-019-57014-5.

- Cope, E. D. (1892). The Osteology of the Lacertilia. *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 30, No. 138 (Apr., 1892), pp. 185-221, 42 p.
- Cuvier, Georges. (1835). Leçons d'anatomie comparée de Georges Cuvier. Paris, *Crochard et cie.* pp. 15-353. 649 p. http://archive.org/details/leonsdanatomiec08duvegoog.
- Diaz, Raul E., et Paul A. Trainor. (2015). Hand/Foot Splitting and the 'Re-Evolution' of Mesopodial Skeletal Elements during the Evolution and Radiation of Chameleons. BMC Evolutionary Biology 15 (1): 184. DOI 10.1186/s12862-015-0464-4.
- DiGeronimo, Peter M., et João Brandão. (2019). Orthopedics in Reptiles and Amphibians. *Veterinary Clinics : Exotic Animal Practice* 22 (2): 285-300. DOI 10.1016/j.cvex.2019.01.009.
- Dingerkus, G., et L. D. Uhler. (1977). Enzyme Clearing of Alcian Blue Stained Whole Small Vertebrates for Demonstration of Cartilage. *Stain Technology* 52 (4): 229-32. DOI 10.3109/10520297709116780.
- Diogo, Rui, et Virginia Abdala. (2010). Muscles of Vertebrates: Comparative Anatomy, Evolution, Homologies and Development. Boca Raton: CRC Press. DOI 10.1201/9781439845622.
- Diogo, Rui, Geoffrey Guinard, et Raul E. Diaz Jr. (2017). Dinosaurs, Chameleons, Humans, and Evo-Devo Path : Linking Étienne Geoffroy's Teratology, Waddington's Homeorhesis, Alberch's Logic of "Monsters," and Goldschmidt Hopeful "Monsters". *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution* 328 (3): 207. DOI 10.1002/jez.b.22709.
- Dollion, Alexis Y., Raphaël Cornette, Krystal A. Tolley, Renaud Boistel, Adelaïde Euriat, Elodie Boller, Vincent Fernandez, Deano Stynder, et Anthony Herrel. (2015).
 Morphometric Analysis of Chameleon Fossil Fragments from the Early Pliocene of South Africa: A New Piece of the Chamaeleonid History. *The Science of Nature* 102 (1-2).

https://www.academia.edu/13028390/Morphometric_analysis_of_chameleon_fossil_f ragments_from_the_Early_Pliocene_of_South_Africa_a_new_piece_of_the_chamael eonid_history.

Dosedělová, Hana, Kateřina Štěpánková, Tomáš Zikmund, Herve Lesot, Jozef Kaiser, Karel Novotný, Jan Štembírek, Zdeněk Knotek, Oldřich Zahradníček, et Marcela Buchtová. (2016). Age-Related Changes in the Tooth-Bone Interface Area of Acrodont Dentition in the Chameleon. Journal of Anatomy 229 (3): 356-68. DOI 10.1111/joa.12490.

- Ecker, Alexander, Robert Wiedersheim, et Ernst Wilhelm Theodor Gaupp. (1896). Anatomie

 des
 Frosches.

 Braunschweig :
 F.

 Nttp://archive.org/details/anatomiedesfrosc02ecke.
- El Mansi, Ahmed A., et Yosra A. Fouda. (2017). Lingual Structural Pattern of Juvenile Chameleon, *Chameleo Chameleon. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences* 4 (2): 129-38. DOI 10.1016/j.ejbas.2017.02.002.
- El-bakry, A., A. Abdeen, et Rasha E. Abo-Eleneen. (2013). Comparative study of the osteology and locomotion of some reptilian species. *International Journal Of Biology* and Biological Sciences. Vol. 2(3), pp. 040-058.
- Englebrecht, D. van Z. (1951). Contributions to the cranial morphology of the chamaeleon *Microsaura pumila Daudin. Annals of the University of Stellenbosch.* Section A, v. 27, nº 1, 31 p.
- Evans, Susan. (2003). Digimorph Uromastyx hardwickii (Indian spiny-tailed lizard) (On-line), Digital Morphology. University College London. http://digimorph.org/specimens/Uromastyx_hardwickii/.
- Evans, Susan. (2008). The skull of lizards and Tuatara. In Biology of the Reptilia, 20:1-347.
- Fernández-Jalvo, Yolanda, et Maria Dolores Marín Monfort. (2008). Experimental Taphonomy in Museums : Preparation Protocols for Skeletons and Fossil Vertebrates under the Scanning Electron Microscopy. *Geobios* 41 (1): 157-81. DOI 10.1016/j.geobios.2006.06.006.
- Fischer, Martin S., Cornelia Krause, et Karin E. Lilje. (2010). Evolution of Chameleon Locomotion, or How to Become Arboreal as a Reptile. *Zoology* 113 (2): 67-74. DOI 10.1016/j.zool.2009.07.001.
- Fujiwara; (2018). Fitting unanchored puzzle pieces in the skeleton: appropriate 3D scapular positions for the quadrupedal support in tetrapods. *Journal of Anatomy.*, 232: 857-869. DOI 10.1111/joa.12778.
- Gadel-Rab, A. G., F. Mahmoud, S. Saber, Boshra A. ElSalkh, Asmaa A. El-Dahshan. (2018).
 « Comparative Functional Analysis of the Anatomy of the Appendicular Skeleton in Two Reptilian Species. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*. Vol. 71 (7), Page 7274-7287.
- Glaw, Frank. (2015). Taxonomic checklist of chameleons (Squamata: Chamaeleonidae). Vertebrate Zoology. Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung.

Gnanamuthu, C. P. (1930). The Anatomy and Mechanism of the Tongue of Chamaeleo

carcaratus (Merrem). *Proceedings of the Zoological Society of London* 100 (2): 467-86. DOI 10.1111/j.1096-3642.1930.tb00988.x.

- Gnanamuthu, C. P. (1937). Comparative Study of the Hyoid and Tongue of Some Typical Genera of Reptiles. *Proceedings of the Zoological Society of London* B107 (1): 1-63. DOI : 10.1111/j.1096-3642.1937.tb00821.x.
- Gomes N. (1974). Anatomie comparée de la musculature trigéminale des lacertiliens. *Mémoires du Museum National D'Histoire Naturelle*. 90,1–107.
- Haas, Georg. (1937). The Structure of the Nasal Cavity in *Chamaeleo chameleon* (Linnaeus) ». *Journal of Morphology* 61 (3): 433-51. DOI 10.1002/jmor.1050610302.
- Hanson, Frank Blair. (1919). The Ontogeny and Phylogeny of the Sternum. *American Journal of Anatomy* 26 (1): 40-115. DOI 10.1002/aja.1000260104.
- Hassawi, Al, et A. Mubarak. (2007). A Comparative Anatomy of the Neck Region in Lizards: A Research Study. 578 p.
- Hassni, M. El, M. Bennis, J. P. Rio, et J. Repérant. (2000). Localization of Motoneurons Innervating the Extraocular Muscles in the Chameleon (*Chamaeleo chameleon*). *Anatomy and Embryology* 201 (1): 63-74. DOI 10.1007/PL00008228.
- Hecht, Max K., et Thomas M. Oelrich. (1956). The Anatomy of the Head of *Ctenosaura pectinata*. In *Copeia*, 1956:268. DOI 10.2307/1440299.
- Hernández Morales, Cristian, Pedro L. V. Peloso, Wilmar Bolívar García, et Juan D. Daza.
 (2019). Skull Morphology of the Lizard *Ptychoglossus Vallensis* (Squamata: *Alopoglossidae*) With Comments on the Variation Within *Gymnophthalmoidea*. *The Anatomical Record* 302 (7): 1074-92. DOI 10.1002/ar.24038.
- Herrel, A., J.J. Meyers, P. Aerts, et K.C. Nishikawa. (2000). The mechanics of prey prehension in chameleons. *Journal of Experimental Biology* 203 (21): 3255-63. DOI 10.1242/jeb.203.21.3255.
- Herrel, A., J.j. Meyers, K.c. Nishikawa, et F. De Vree. (2001). Morphology and Histochemistry of the Hyolingual Apparatus in Chameleons. *Journal of Morphology* 249 (2): 154-70. DOI 10.1002/jmor.1047.
- Herrel, Anthony, Krystal A. Tolley, G. John Measey, Jessica M. da Silva, Daniel F. Potgieter, Elodie Boller, Renaud Boistel, et Bieke Vanhooydonck. (2013). Slow but tenacious: an analysis of running and gripping performance in chameleons. *Journal of Experimental Biology* 216 (6): 1025-30. DOI 10.1242/jeb.078618.
- Herrel, Anthony, Chrystal L. Redding, J. Jay Meyers, et Kiisa C. Nishikawa. (2014). The Scaling of Tongue Projection in the Veiled Chameleon, *Chamaeleo calyptratus*.

Zoology 117 (4): 227-36. DOI 10.1016/j.zool.2014.01.001.

- Higham, Timothy E., et Bruce C. Jayne. (2004). In vivo muscle activity in the hindlimb of the arboreal lizard, *Chamaeleo calyptratus*: general patterns and the effects of incline. *Journal of Experimental Biology* 207 (2): 249-61. DOI 10.1242/jeb.00745.
- Higham, Timothy E., Anthony P. Russell, et Peter A. Zani. (2013). Integrative Biology of Tail Autotomy in Lizards. *Physiological and Biochemical Zoology: PBZ* 86 (6): 603-10. DOI 10.1086/673875.
- Hoby, Stefan, Christian Wenker, Nadia Robert, Thomas Jermann, Sonja Hartnack, Helmut Segner, Claude-P Aebischer, et Annette Liesegang. (2010). Nutritional Metabolic Bone Disease in Juvenile Veiled Chameleons (*Chamaeleo calyptratus*) and Its Prevention,. *The Journal of Nutrition* 140 (11): 1923-31. DOI 10.3945/jn.110.120998.
- Houston, John. (1828). On the Structure and Mechanism of the Tongue of the Chameleon. The Transactions of the Royal Irish Academy. Vol 15. 26 p.
- Howell, A. Brazier. (1936). Morphogenesis of the Shoulder Architecture. Part IV. Reptilia. *The Quarterly Review of Biology* 11 (2): 183-208. DOI 10.1086/394505.
- Hurle, J. M., V. Garcia-Martinez, Y. Ganan, V. Climent, et M. Blasco. (1987). Morphogenesis of the Prehensile Autopodium in the Common Chameleon (*Chamaeleo chamaeleo*) ». *Journal of Morphology* 194 (2): 187-94. DOI 10.1002/jmor.1051940207.
- Huyghe, Audrey. (2009). Anatomie splanchnique du caméléon Applications à la pratique vétérinaire. THÈSE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE, Ecole vétérinaire d'Alfort. 127 p.
- Iordansky, N. N. (2010). Pterygoideus Muscles and Other Jaw Adductors in Amphibians and Reptiles. *Biology Bulletin* 37 (9): 905-14. DOI 10.1134/S1062359010090050.
- Jacobson, Elliott. (2007). Overview of Reptile Biology, Anatomy, and Histology. In , 1-130. DOI 10.1201/9781420004038.ch1.
- Jay J. Meyers, Kiisa C. Nishikawa. (2000). Comparative study of tongue protrusion in three iguanian lizards, Sceloporus undulatus, Pseudotrapelus sinaitus and Chamaeleo jacksonii. Journal of Experimental Biology. 203 (18): 2833–2849. DOI 10.1242/jeb.203.18.2833.
- Jegou, Jean-Pierre. (2008). Atlas d'ophtalmologie des Nouveaux Animaux de Compagnie, Franck Rival, Éditions Vetnac. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France 161 (2): 194-95.
- Jollie, Malcolm T. (1960). The Head Skeleton of the Lizard. *Acta Zoologica* 41 (1-2): 1-64. DOI 10.1111/j.1463-6395.1960.tb00474.x.
- Kelly, W. L., et M. M. Bryden. (1983). A Modified Differential Stain for Cartilage and Bone

in Whole Mount Preparations of Mammalian Fetuses and Small Vertebrates. *Stain Technology* 58 (3): 131-34. DOI 10.3109/10520298309066773.

- Kerr, J. Graham. (1926). The Osteology of the Reptiles. *Nature* 117 (2945): 509-10. DOI 10.1038/117509a0.
- Kimmel, C. A., et C. Trammell. (1981). A Rapid Procedure for Routine Double Staining of Cartilage and Bone in Fetal and Adult Animals. *Stain Technology* 56 (5): 271-73. DOI 10.3109/10520298109067325.
- Lakjer, Tage. (1926). Studien über die Trigeminus-versorgte Kaumuskulatur der Sauropsiden. 154 p.
- Leeuwen, Johan L. Van. (1997). Why the Chameleon Has Spiralshaped Muscle Fibres in Its Tongue. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, mai. DOI 10.1098/rstb.1997.0039.

Masson. (1853). Annales des sciences naturelles : Zoologie et biologie animale. 392 p.

- Melero, Adrián, Judit Verdés, Yvonne Espada, Rosa Novellas, Mario Encinoso, et Jaume Martorell. (2023). Computed Tomography of the Coelomic Cavity in Healthy Veiled Chameleons (*Chamaeleo calyptratus*) and Panther Chameleons (*Furcifer pardalis*). *Open Veterinary Journal* 13 (9): 1071-81. DOI 10.5455/OVJ.2023.v13.i9.2.
- Mellett, F. D. (1994). A Note on the Musculature of the Proximal Part of the Pelvic Limb of the Ostrich (*Struthio camelus*). *Journal of the South African Veterinary Association* 65 (1): 5-9.
- Methuen, P. A., & Hewitt, J. (1914). A contribution to our knowledge of the anatomy of chameleons. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 4(1), 89–104. DOI 10.1080/00359191409519518.
- Meyers, J.J., et K.C. Nishikawa. (2000). Comparative study of tongue protrusion in three iguanian lizards, Sceloporus undulatus, Pseudotrapelus sinaitus and Chamaeleo jacksonii. Journal of Experimental Biology 203 (18): 2833-49. DOI 10.1242/jeb.203.18.2833.
- Meyers, Ron A., et Brett M. Clarke. (1998). How Do Flap-Necked Chameleons Move Their Flaps ? *Copeia* 1998 (3): 759. DOI 10.2307/1447811.
- Mivart, St. G. (1870). On the myology of *Chamaeleo parsonii*. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 41 p.
- Mj, McLeod. (1980). Differential Staining of Cartilage and Bone in Whole Mouse Fetuses by Alcian Blue and Alizarin Red S. *Teratology* 22 (3). DOI 10.1002/tera.1420220306.

Molnar, Julia L., Raul E. Diaz Jr., Tautis Skorka, Grant Dagliyan, et Rui Diogo. (2017).

Comparative Musculoskeletal Anatomy of Chameleon Limbs, with Implications for the Evolution of Arboreal Locomotion in Lizards and for Teratology. *Journal of Morphology* 278 (9): 1241-61. DOI 10.1002/jmor.20708.

- Mosley, Craig. (2011). Pain and Nociception in Reptiles. *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice* 14 (1): 45-60. DOI 10.1016/j.cvex.2010.09.009.
- Ogilvie, Philip Woodworth. (1966). An anatomical and behavioral investigation of a previously undescribed pouch found in certain species of the genus Chamaeleo. The University of Oklanoma, Ph.D Zoology. 66-14,238. 16 p.
- Olson, Everett C. (1957). Osteology of the Reptiles. University of Chicago Press, 1957. 772 pp. *Science* 125 (3257): 1096-97. DOI 10.1126/science.125.3257.1096.b.
- Pagès, Fanny, Anne-Claire Fabre, et Anick Abourachid. (2019). Does Bone Preparation Impact Its Shape: Consequences for Comparative Analyses of Bone Shape. *PeerJ* 7 (novembre): e7932.DOI 10.7717/peerj.7932.
- Parker, W. K. (1881). VII. On the Structure of the Skull in the Chameleons. *The Transactions of the Zoological Society of London* 11 (3): 77-105. DOI 10.1111/j.1096-3642.1881.tb00351.x.
- Perrin, A. (1893). Contributions à l'étude de la myologie comparée: membre postérieur chez un certain nombre de Batraciens et de Sauriens. 242 p.
- Peterson, J. A. (1984). The Locomotion of Chamaeleo (Reptilia: Sauria) with Particular Reference to the Forelimb. *Journal of Zoology* 202 (1): 1-42. DOI 10.1111/j.1469-7998.1984.tb04286.x.
- Plessis, Anton du, Chris Broeckhoven, Anina Guelpa, et Stephan Gerhard le Roux. (2017). Laboratory X-Ray Micro-Computed Tomography: A User Guideline for Biological Samples. *GigaScience* 6 (6): 1-11. DOI 10.1093/gigascience/gix027.
- Poglayen-Neuwall. (1954). Die Kiefermuskulatur dor Eidechsen und ihre Innervation. Z.wiss.Zool. 158. 79-132.
- Proske, U., et R. M. A. P. Ridge. (1974). Extrafusal Muscle and Muscle Spindles in Reptiles. *Progress in Neurobiology* 3 (janvier): 1-6. DOI 10.1016/0301-0082(74)90001-X.
- Prötzel, David, Bernhard Ruthensteiner, et Frank Glaw. (2016). Description of female Calumma vatosoa (Squamata, Chamaeleonidae) including a review of the species and its systematic position. *Zoosystematics and Evolution* 92(1): 13-21. DOI 10.3897/zse.92.6464.
- Prötzel, David, Miguel Vences, Oliver Hawlitschek, Mark D Scherz, Fanomezana M Ratsoavina, et Frank Glaw. (2018). Endangered beauties: micro-CT cranial osteology,

molecular genetics and external morphology reveal three new species of chameleons in the Calumma boettgeri complex (*Squamata: Chamaeleonidae*). *Zoological Journal of the Linnean Society* 184 (2): 471-98. DOI 10.1093/zoolinnean/zlx112.

RadiAnt DICOM Viewer | FR . Consulté le 9 mars 2023. https://www.radiantviewer.com/fr/.

- Reno, Philip L., Kelsey M. Kjosness, et Jasmine E. Hines. (2016). The Role of Hox in Pisiform and Calcaneus Growth Plate Formation and the Nature of the Zeugopod/Autopod Boundary. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular* and Developmental Evolution 326 (5): 303-21. DOI 10.1002/jez.b.22688.
- Rieppel, Olivier. (1981). The Skull and the Jaw Adductor Musculature in Some Burrowing Scincomorph Lizards of the Genera Acontias, Typhlosaurus and Feylinia. *Journal of Zoology* 195 (4): 493-528. DOI 10.1111/j.1469-7998.1981.tb03480.x.
- Rieppel, Olivier. (1985). The Recessus Scalae Tympani and Its Bearing on the Classification of Reptiles. *Journal of Herpetology* 19 (3): 373-84. DOI 10.2307/1564265.
- Rieppel, O. (1993). Studies on skeleton formation in reptiles. II. *Chamaeleo hoehnelii* (*Squamata: Chamaeleoninae*), with comments on the homology of carpal and tarsal bones ». *Herpetologica* 49 (janvier): 66-78.
- Rieppel, Olivier, et Charles Crumly. (1997). Paedomorphosis and Skull Structure in Malagasy Chamaeleons (Reptilia: Chamaeleoninae). *Journal of Zoology* 243 (2): 351-80. DOI 10.1111/j.1469-7998.1997.tb02788.x.
- Romer. (1944). The development of tetrapod limb musculature the shoulder region of Lacerta. *J Morphol* 74, 1–41.
- Roret. (1854). Erpétologie générale, ou, Histoire naturelle complète des reptiles. Erpétologie générale : atlas. Planche 6. *Biodiversity Heritage Library*. https://www.biodiversitylibrary.org/page/31895764#page/43/mode/1up.
- Russell, A. P., et A. M. Bauer. (1992). The *m. caudifemoralis Longus* and Its Relationship to Caudal Autotomy and Locomotion in Lizards (*Reptilia: Sauna*). Journal of Zoology 227 (1): 127-43. DOI 10.1111/j.1469-7998.1992.tb04349.x.
- Russell, Anthony P. (1993). The Aponeuroses of the Lacertilian Ankle. *Journal of Morphology* 218 (1): 65-84. DOI 10.1002/jmor.1052180106.
- Russell, A. P, et V Bels. (2001). Biomechanics and Kinematics of Limb-Based Locomotion in Lizards: Review, Synthesis and Prospectus. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 131 (1): 89-112. DOI 10.1016/S1095-6433(01)00469-X.

Sabatier, Armand. (1910). Anatomie comparée : comparaison des ceintures et des membres

antérieurs et postérieurs dans la série des vertébrés, 1834-1910. 458 p.

- Savage, Jay M. (1957). Review of *Review of Osteology of the Reptiles*, par Alfred Sherwood Romer. *Copeia* 1957 (2): 162-66. DOI 10.2307/1439431.
- Schaeffer, Bobb. (1941). The Morphological and Functional Evolution of the Tarsus in Amphibians and Reptiles. *Bulletin of the AMNH*; v. 78, Article 6.
- Schley, Ellie M. (2023) Ecological and Evolutionary Drivers of Chameleon Forelimb Variation. Honors Thesis of University of South Dakota. 302 p.
- Schwenk, Kurt, et D Bell. (1988). A cryptic intermediate in the evolution of chameleon tongue projection. *Experientia* 44 (septembre): 697-700. DOI 10.1007/BF01941032.
- Shanklin, William Mathias. (1930). The Central Nervous System of *Chameleon vulgaris*. *Acta Zoologica* 11 (2-3): 425-90. DOI 10.1111/j.1463-6395.1930.tb00004.x.
- Siebenrock, Friedrich. (1893). Das Skelet von Brookesia superciliaris Kuhl. Vol 102.
- Snyder, Richard C. (1954). The Anatomy and Function of the Pelvic Girdle and Hindlimb in Lizard Locomotion. *American Journal of Anatomy* 95 (1): 1-45. DOI 10.1002/aja.1000950102.
- Sutton, J. B. (1883). The Ossification of the Temporal Bone. *Journal of Anatomy and Physiology* 17 (Pt 4): 498-508.
- Tubiana, Mateo. (2022). Étude anatomique comparée du membre thoracique chez plusieurs crocodiliens. Thèse de Doctorat Vétérinaire Nantes ONIRIS. 248 p.
- Wainwright, Peter C., et Albert F. Bennett. (1992). The Mechanism Of Tongue Projection In Chameleons: I. Electromyographic Tests Of Functional Hypotheses. *Journal of Experimental Biology* 168 (1): 1-21. DOI 10.1242/jeb.168.1.1.
- Webb, G. N., et R. A. Byrd. (1994). Simultaneous Differential Staining of Cartilage and Bone in Rodent Fetuses: An Alcian Blue and Alizarin Red S Procedure without Glacial Acetic Acid. *Biotechnic & Histochemistry : Official Publication of the Biological Stain Commission* 69 (4) : 181-85. DOI 10.3109/10520299409106284.
- Wever, E.G. (1969), The ear of the chameleon: *Chamaeleo höhnelii* and *Chamaeleo jacksoni*.J. Exp. Zool., 171: 305-312. DOI 10.1002/jez.1401710306.
- Williston, Samuel Wendell, et William K. (1925). The Osteology of the Reptiles. *Cambridge* : *Harvard University Press*.
- Yıldırım, E., Kumlutaş, Y., Candan, K., Ilgaz, Ç. (2017). Comparative skeletal osteology of three species of Scincid lizards (Genus: Ablepharus) from Turkey. *Vertebrate Zoology*. 251-259. DOI:10.3897/vz.67.e31592.
- Zaaf, A., Herrel, A., Aerts, P., De Vree, F. (1999) Morphology and morphometrics of the

appendicular musculature in geckoes with different locomotor habits (Lepidosauria). Zoomorphology 119, 9–22. DOI 10.1007/s004350050077.

Tous les clichés photographies issues de l'atlas ainsi que les clichés issus des images scanner sont la propriété de Justine BOSSY, Copyright.

anatomiques et les All anatomical images and photographs from the atlas and all images from the scanner images are the property of Justine BOSSY, Copyright.

Pour citer cet article : BOSSY et al. (2025). Ostéologie et myologie du caméléon casqué du Yémen (Chamaeleo calyptratus, Duméril & Biberon, 1851). Cahier d'anatomie comparée, (12): 1-57, C@C Tous droits réservés.

To cite this article : BOSSY et al. (2025). Osteology and myology of the veiled chameleon (Chamaeleo calyptratus, Duméril & Biberon, 1851). Cahier d'anatomie comparée, (12) : 1-57, C@C All rights reserved.

ATLAS / Atlas



Figure 1 : Photographie de la tête osseuse de Chamaeleo calyptratus en vue rostro-dorso-caudale et en vue latérale gauche. Les os composant l'orbite sont légendés ainsi que le prémaxillaire et les fenêtres supratemporales. *Photograph of the bony head of* Chamaeleo calyptratus *in rostro-dorso-caudal view and in left lateral view. The bones composing the orbit are captioned as well as the premaxilla and the supratemporal windows.*



Figure 2 : Photographie de la fusion des os vomers chez deux espèces de caméléons : A) *Furcifer pardalis*, B) *Chamaeleo calyptratus*. *Photograph of the fusion of the vomer bones in two chameleon species : A) Furcifer pardalis, B)* Chamaeleo calyptratus.



Figure 3 : Photographie et dessin explicatif de la tête osseuse en vue caudale de *Chamaeleo calyptratus*. Le tubercule sphénoïdal est synonyme de sphéno-occipital. Échelle sur le dessin non respectée pour la crête pariétale. *Explanatory photograph and drawing of the bony head in caudal view of* Chamaeleo calyptratus. *The sphenoid tubercle is synonymous with spheno-occipital. Scale on the drawing not respected for the parietal crest.*



Figure 4 : Photographie et dessin explicatif de la dissection des muscles masticateurs de *Chamaeleo calyptratus*. Le Tégument et les yeux ont été retirés. On observe la présence du

ligament quadrato maxillaire ou quadrato-jugal qui recouvre une grande partie des muscles de la joue. Sur la mandibule, on observe le muscle ptérygoïde et le muscle geniohyoideus. Échelle : 1cm. Explanatory photograph and drawing of the dissection of the masticatory muscles of Chamaeleo calyptratus. The integument and eyes have been removed. The presence of the quadratomaxillary or quadratojugal ligament is observed, which covers a large part of the cheek muscles. On the mandible, the pterygoid muscle and the geniohyoideus muscle are observed. Scale: 1cm.



Figure 5 : Photographie et dessin explicatif de la dissection de la tête de *Chamaeleo calyptratus*. Le tégument et les yeux ont été retirés. Le ligament quadrato maxillaire a été réséqué, laissant apparaître l'intégralité des muscles *adductor mandibulae externus superficialis* et *levator anguli oris*. Échelle : 1cm. *Explanatory photograph and drawing of the dissection of the head of* Chamaeleo calyptratus. *The integument and eyes have been removed*. *The quadratomaxillary ligament has been resected, revealing the entirety of the adductor mandibulae externus superficialis and levator anguli oris muscles*. *Scale: 1cm*.



Figure 6 : Photographie et dessin explicatif de la dissection de la tête de *Chamaeleo calyptratus*. Le Tégument, les yeux, le ligament quadrato maxillaire, les muscles *adductor*

mandibulae externus superficialis et levator anguli oris ont été retirés. On observe ainsi, dans un plan plus profond, le *m. adductor posterior*. Échelle : 1cm. *Explanatory photograph and drawing of the dissection of the head of* Chamaeleo calyptratus. *The integument, eyes, quadratomaxillary ligament,* adductor mandibulae externus superficialis and levator anguli oris muscles have been removed. We can thus observe, in a deeper plane, the m. adductor posterior. Scale: 1cm.



Figure 7 : Photographie et dessin explicatif de la dissection de la tête de *Chamaeleo* calyptratus. Le tégument, les yeux, le ligament quadrato maxillaire, les muscles adductor mandibulae externus superficialis et levator anguli oris ont été retirés. Le muscle adductor posterior a été dégagé de la fosse rictale. On observe ainsi, dans un plan plus profond, le muscle pseudotemporalis. Échelle : 1cm. Explanatory photograph and drawing of the dissection of the head of Chamaeleo calyptratus. The integument, eyes, quadratomaxillary ligament, adductor mandibulae externus superficialis and levator anguli oris muscles have been removed. The adductor posterior muscle has been freed from the rictal fossa. The pseudotemporalis muscle can thus be observed in a deeper plane. Scale: 1cm.



Figure 8 : Photographie et dessin explicatif de la dissection de la tête de *Chamaeleo* calyptratus. Le tégument, les yeux, le ligament quadrato maxillaire, les muscles adductor

mandibulae externus superficialis, levator anguli oris, adductor posterior, pseudotemporalis ont été retirés. On observe ainsi, dans un plan plus profond, un ensemble musculeux dont il est difficile de distinguer les aponévroses. Échelle : 1cm. Explanatory photograph and drawing of the dissection of the head of Chamaeleo calyptratus. The integument, eyes, quadratomaxillary ligament, adductor mandibulae externus superficialis, levator anguli oris, adductor posterior, pseudotemporalis muscles have been removed. We can thus observe, in a deeper plane, a muscular assembly whose aponeuroses are difficult to distinguish. Scale: 1cm.



Figure 9 : Vue dorsale des pièces cartilagineuses de l'appareil hyo-lingual de A) *Chamaeleo calyptratus*, B) Une seconde espèce de caméléon : *Furcifer pardalis*, C) *Physignathus cocincinus*. *Dorsal view of the cartilaginous parts of the hyo-lingual apparatus of A*) Chamaeleo calyptratus, *B*) *Another chameleon specie* Furcifer pardalis, *C*) Physignathus cocincinus.



Figure 10 : Vue ventrale des enveloppes musculaires ventrales de l'appareil hyo-lingual de *Chamaeleo calyptratus* femelle. *Ventral view of the ventral muscular envelopes of the hyolingual apparatus of female* Chamaeleo calyptratus.



Figure 11 : Vue ventrale de l'appareil hyo-lingual de *Chamaeleo calyptratus* femelle après résection des plans musculaires ventraux. *Ventral view of the hyolingual apparatus of female* Chamaeleo calyptratus *after resection of the ventral muscular planes*.



Figure 12 : Vue dorsale de l'appareil hyo-lingual de A) *Chamaeleo calyptratus* femelle après ablation de la musculature hyoïdienne, B) Chez une autre espèce de caméléon : un *Furcifer pardalis* mâle. *Dorsal view of the hyolingual apparatus of A) female* Chamaeleo calyptratus *after removal of the hyoid musculature, B) In another chamaeleon specie : a male* Furcifer pardalis.



Figure 13 : Vue latérale droite de la colonne vertébrale d'un spécimen juvénile femelle de Chamaeleo calyptratus. *Right lateral view of the vertebral column of a juvenile female specimen of* Chamaeleo calyptratus.



Figure 14 : Première vertèbre cervicale de *Chamaeleo calyptratus*, l'atlas. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale gauche, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *First cervical vertebra of* Chamaeleo calyptratus, *the atlas. A*) *Cranial view*, B) *Caudal view*, C) *Left lateral view*, D) *Dorsal view*, E) *Ventral view*.



Figure 15 : Deuxième cervicale de *Chamaeleo calyptratus*, l'axis. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale gauche, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *Second cervical of* Chamaeleo calyptratus, *the axis. A) Cranial view, B) Caudal view, C) Left lateral view, D) Dorsal view, E) Ventral view.*



Figure 16 : Troisième cervicale de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale gauche, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *Third cervical of* Chamaeleo calyptratus. *A) Cranial view, B) Caudal view, C) Left lateral view, D) Dorsal view, E) Ventral view.*



Figure 17 : Vertèbre cervicale n°7 de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale gauche, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *Cervical vertebra n°7 of* Chamaeleo calyptratus. *A) Cranial view, B) Caudal view, C) Left lateral view, D) Dorsal view, E) Ventral view.*



Figure 18 : Vertèbre pré-sacrale n°10 de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale droite, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *Pre-sacral vertebra n°10 of* Chamaeleo calyptratus. *A) Cranial view, B) Caudal view, C) Right lateral view, D) Dorsal view, E) Ventral view.*



Figure 19 : Vertèbre pré-sacrale n°14 de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale gauche, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *Pre-sacral vertebra n°14 of* Chamaeleo calyptratus. *A*) *Cranial view, B*) *Caudal view, C*) *Left lateral view, D*) *Dorsal view, E*) *Ventral view*.



Figure 20 : Photographie du sternum de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue dorsale, B) Vue ventrale. *Photograph of the sternum of* Chamaeleo calyptratus. *A) Dorsal view, B) Ventral view.*



Figure 21 : Photographie des côtes droites de *Chamaeleo calyptratus* en vue dorsale. *Photograph of the right ribs of* Chamaeleo calyptratus *in dorsal view.*



Figure 22 : Première vertèbre sacrée de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale droite, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *First sacral vertebra of* Chamaeleo calyptratus. *A*) *Cranial view, B*) *Caudal view, C*) *Right lateral view, D*) *Dorsal view, E*) *Ventral view*.



Figure 23 : Deuxième vertèbre sacrée de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale droite, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *Second sacral vertebra of* Chamaeleo calyptratus. *A) Cranial view, B) Caudal view, C) Right lateral view, D) Dorsal view, E) Ventral view.*



Figure 24 : Vertèbre coccygienne n°1 de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue crâniale, B) Vue caudale, C) Vue latérale droite, D) Vue dorsale, E) Vue ventrale. *Coccygeal vertebra n°1 of Chamaeleo calyptratus*. A) Cranial view, B) Caudal view, C) Right lateral view, D) Dorsal view, E) Ventral view.



Figure 25 : Avant-dernière vertèbre caudale de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue latérale droite, B) Vue dorsale. *Penultimate caudal vertebra of* Chamaeleo calyptratus. *A) Right lateral view, B) Dorsal view.*



Figure 26 : Photographie de la ceinture pectorale du caméléon casqué, membre droit A) En vue médiale B) En vue latérale C) En vue crâniale. L'épicoracoïde cartilagineux, observé lors de la dissection, a été retiré pour le montage ostéologique et est absent sur ces photographies.

Photograph of the thoracic girdle of the helmeted chameleon, right limb A) In medial view B) In lateral view C) In cranial view. The cartilaginous epicoracoid, observed during dissection, was removed for the osteological mounting and is absent in these photographs.



Figure 27 : Photographie de l'humérus droit de *Chamaeleo calyptratus*, reliefs de bases. A) Vue caudale B) Vue crâniale. *Photograph of the right humerus of* Chamaeleo calyptratus, *base reliefs*. *A*) *Caudal view B*) *Cranial view*.



Figure 28 : Photographie du stylopode du membre droit de *Chamaeleo calyptratus*, détails des principaux reliefs et surfaces articulaires. A) Vue caudale, B) Vue crâniale, C) Vue médiale. De nombreuses homologies ont été faites ici avec des appellations mammaliennes. *Photograph of the stylopod of the right limb of Chamaeleo calyptratus, details of the main reliefs and articular surfaces. A) Caudal view, B) Cranial view, C) Medial view. Many homologies have been made here with mammalian names.*



Figure 29 : Photographie du radius droit de *Chamaeleo calyptratus*. A) Vue latérale B) Vue médiale. *Photograph of the right radius of* Chamaeleo calyptratus. *A) Lateral view B) Medial view*.



Figure 30: Photographie de l'ulna droite de *Chamaeleo calyptratus* avec le pisiforme qui est un osselet plantaire soudé à l'épiphyse de l'ulna. A) Vue latérale B) Vue crâniale. *Photograph* of the right ulna of Chamaeleo calyptratus with the pisiform which is a plantar ossicle fused to the epiphysis of the ulna. A) Lateral view B) Cranial view.



Figure 31 : Photographie de l'ensemble des os carpiens ainsi que des métacarpiens de la main droite de *Chamaeleo calyptratus* à la loupe binoculaire. A) et B) en vue dorsale, C) en vue palmaire. *Photograph of the entire carpal bones and metacarpals of the right hand of* Chamaeleo calyptratus *under a binocular microscope. A) and B) in dorsal view, C) in palmar view.*



Figure 32 : Reconstitution de la main droite de *Chamaeleo calyptratus*. *Reconstruction of the right hand of* Chamaeleo calyptratus.

I. Phalange proximale du doigt 1 Ia. Phalange distale du doigt 1

II. Phalange proximale du doigt 2IIa. Phalange moyenne du doigt 2IIb. Phalange distale du doigt 2

III. Phalange proximale du doigt 3IIIa. Phalange moyenne n°1 du doigt 3IIIb. Phalange moyenne n°2 du doigt 3IIIc. Phalange distale du doigt 3

IV. Phalange proximale du doigt 4IVa. Phalange moyenne n°1 du doigt 4IVb. Phalange moyenne n°2 du doigt 4IVc. Phalange distale du doigt 4

V. Phalange proximale du doigt 5Va. Phalange moyenne du doigt 5Vb. Phalange distale du doigt 5

I. Proximal phalanx of finger 1 Ia. Distal phalanx of finger 1

II. Proximal phalanx of finger 2IIa. Middle phalanx of finger 2IIb. Distal phalanx of finger 2

III. Proximal phalanx of finger 3IIIa. Middle phalanx 1 of finger 3IIIb. Middle phalanx 2 of finger 3IIIc. Distal phalanx of finger 3

IV. Proximal phalanx of finger 4 IVa. Middle phalanx 1 of finger 4 IVb. Middle phalanx 2 of finger 4 IVc. Distal phalanx of finger 4

V. Proximal phalanx of finger 5 Va. Middle phalanx of finger 5 Vb. Distal phalanx of finger 5



Figure 33 : Photographie de la ceinture pelvienne du caméléon casqué A) En vue latérale B) En vue ventrale C) En vue caudale. *Photograph of the pelvic girdle of the helmeted chameleon A) Lateral view B) Ventral view C) Caudal view.*



Figure 34 : Photographie de l'acétabulum très particulier du caméléon en vue latérale sur un coxal droit de *Chamaeleo calyptratus*, formé uniquement par l'ilium et l'ischium, sans le pubis. Il est de forme semi-lunaire. *Photograph of the very particular acetabulum of the chameleon in lateral view on a right coxal of* Chamaeleo calyptratus, *formed only by the ilium and the ischium, without the pubis. It is semilunar in shape.*



Figure 35 : Photographie du fémur droit du caméléon casqué A) en vue latérale B) en vue latérale C) en vue médiale. *Photograph of the right femur of the helmeted chameleon A) in lateral view B) in lateral view C) in medial view.*



Figure 36 : Photographie du fémur droit du caméléon casqué avec détail des trochanters en vue médiale. *Photograph of the right femur of the helmeted chameleon with detail of the trochanters in medial view.*



Figure 37 : Photographie du fémur droit du caméléon casqué avec détail de la trochlée en vue médiale. Les termes de condyle sont questionnés dans cette thèse car ils ne sont pas chez cette espèce, des surfaces articulaires à proprement parler mais des surfaces d'insertion des muscles. *Photograph of the right femur of the helmeted chameleon with detail of the trochlea in medial view. The terms condyle are questioned in this thesis because they are not, in this species, articular surfaces strictly speaking but surfaces of insertion of the muscles.*



Figure 38 : Photographie en vue caudale du A) tibia et de la fibula droits du caméléon casqué B) du tibia droit C) de la fibula droite. *Caudal view photograph of A) the right tibia and fibula of the helmeted chameleon B) the right tibia C) the right fibula.*



Figure 39 : Photographie en vue crâniale du A) tibia et de la fibula gauches avec une vue dorsale des os tarsiens et métatarsiens du caméléon casqué B) détail de la fusion de l'os astragalocalcaneum artificiellement séparé en 3 parties. *Cranial view photograph of A) the left tibia and fibula with a dorsal view of the tarsal and metatarsal bones of the helmeted chameleon B) detail of the fusion of the astragalocalcaneum bone artificially separated into 3 parts.*



Figure 40 : Photographie de l'ensemble des os tarsiens ainsi que des métatarsiens du pied gauche de *Chamaeleo calyptratus* à la loupe binoculaire. A) et B) en vue dorsale, C) en vue palmaire. *Photograph of the entire tarsal bones and metatarsals of the left foot of* Chamaeleo calyptratus *under a binocular microscope. A) and B) in dorsal view, C) in palmar view.*



Figure 41 : Reconstitution du pied gauche de *Chamaeleo calyptratus*. *Reconstruction of the left foot of* Chamaeleo calyptratus.

I. Os métatarsien du doigt 1Ia. Phalange proximale du doigt 1

II. Os métatarsien du doigt 2IIa. Phalange proximale du doigt 2IIb. Phalange distale du doigt 2

III. Os métatarsien du doigt 3IIIa. Phalange proximale du doigt 3IIIb. Phalange moyenne du doigt 3IIIc. Phalange distale du doigt 3

I. Metatarsal bone of finger 1 Ia. Proximal phalanx of finger 1 IV. Os métatarsien du doigt 4IVa. Phalange proximale du doigt 4IVb. Phalange moyenne du doigt 4IVc. Phalange distale du doigt 4

V. Os métatarsien du doigt 5Va. Phalange proximale du doigt 5Vb. Phalange distale du doigt 5

IV. Metatarsal bone of finger 4 IVa. Proximal phalanx of finger 4 II. Metatarsal bone of finger 2IIa. Proximal phalanx of finger 2IIb. Distal phalanx of finger 2

III. Metatarsal bone of finger 3IIIa. Proximal phalanx of finger 3IIIb. Middle phalanx of finger 3IIIc. Distal phalanx of finger 3

IVb. Middle phalanx of finger 4 IVc. Distal phalanx of finger 4

V. Metatarsal bone of finger 5 Va. Proximal phalanx of finger 5 Vb. Distal phalanx of finger 5



Figure 42 : Myologie des muscles extrinsèques et de la ceinture pectorale et du bras droit A) en vue latérale, B) en vue médiale de *Chamaeleo calyptratus*. *Myology of the extrinsic muscles and the thoracic girdle and right arm A) in lateral view, B) in medial view of* Chamaeleo calyptratus.



Figure 43 : Myologie des muscles du bras droit A) en vue latérale, B) en vue médiale de *Chamaeleo calyptratus*. Les contours du *m. coracobrachialis brevis* sont soulignés avec des pointillés noirs. *Myology of the muscles of the right arm A) in lateral view, B) in medial view of* Chamaeleo calyptratus. *The contours of the* m. coracobrachialis brevis *are highlighted with black dotted lines.*



Figure 44 : Myologie des muscles du bras droit A) à la loupe binoculaire en vue latérale, B) en vue latérale, C) en vue médiale de *Chamaeleo calyptratus*. *Myology of the muscles of the right arm A) under binocular microscope in lateral view, B) in lateral view, C) in medial view of* Chamaeleo calyptratus.



Figure 45 : Myologie des muscles de la main droite A) et A') en vue dorsale, B) en vue palmaire de *Chamaeleo calyptratus*. D : Doigt. *Myology of the muscles of the right hand A*) and A') in dorsal view, B) in palmar view of Chamaeleo calyptratus. D: Finger.



Figure 46 : Myologie des principaux muscles du membre thoracique droit A) en vue latérale, B) en vue médiale de *Chamaeleo calyptratus*. *Myology of the main muscles of the right thoracic limb A) in lateral view, B) in medial view of* Chamaeleo calyptratus.



Figure 47 : Aspect superficiel de la myologie du membre pelvien droit de *Chamaeleo calyptratus* en vue latérale. Les muscles *tenuissimus* et le *caudofemoralis longus* ont été réclinés ce qui permet de visualiser médialement le muscle *pubo ischio femoralis II. Superficial aspect of the myology of the right pelvic limb of* Chamaeleo calyptratus *in lateral view. The* tenuissimus *and* caudofemoralis longus *muscles have been reclined, allowing the* pubo ischio femoralis II *muscle to be visualized medially.*



Figure 48 : Myologie du membre pelvien droit de *Chamaeleo calyptratus* en vue ventrale. *Myology of the right pelvic limb of* Chamaeleo calyptratus *in ventral view*.



Figure 49 : Aspect superficiel de la myologie de l'articulation de la jambe et du pied du membre postérieur droit de *Chamaeleo calyptratus* en vue caudale non physiologique. Le muscle gastrocnémien externe a été récliné médialement. *Superficial aspect of the myology of the leg and foot joint of the right hind limb of* Chamaeleo calyptratus *in non-physiological caudal view. The external gastrocnemius muscle has been reclined medially.*



Figure 50 : Aspect superficiel de la myologie de l'articulation de la jambe et du pied du membre postérieur droit de *Chamaeleo calyptratus* en vue frontale. Les muscles gastrocnémiens interne et externe ont été réclinés afin de mettre en évidence les muscles *flexores digitorum longus. Superficial aspect of the myology of the leg and foot joint of the right hind limb of* Chamaeleo calyptratus *in frontal view. The internal and external gastrocnemius muscles have been reclined in order to highlight the* flexores digitorum longus *muscles.*



Figure 51 : Aspect superficiel de la myologie du pied du membre postérieur droit de *Chamaeleo calyptratus* A) en vue dorsale, B) en vue plantaire. *Superficial aspect of the myology of the foot of the right hind limb of* Chamaeleo calyptratus A) in dorsal view, B) in plantar view.



Figure 52 : Principaux muscles du membre pelvien droit de *Chamaeleo calyptratus* en vue latérale. *Main muscles of the right pelvic limb of* Chamaeleo calyptratus *in lateral view*.