

C@C, 2016, 8:11-39.

PROPOSITION MÉTHODOLOGIQUE POUR LA RÉALISATION D'UNE ÉTUDE OSTEOMORPHOMÉTRIQUE DE TÊTES OSSEUSES DE L'AVIFAUNE.

LEBEDEL Amandine ⁽¹⁾

(1) Docteur vétérinaire, 27 La Brézardière, 44390 Nort sur Erdre, France. [amandinelebedel@aol.com]

English title:

*Methodological proposal for the realisation of osteomorphometric study on skulls
from avifauna.*

Mots-clés : ostéométrie, archéozoologie, tête osseuse, Oiseaux.

Keywords: *osteometry, archeozoology, skull, birds.*

Systematique – Systematics (latin)

Vertébrés – *Vertebrates (Vertebrata)*
Gnathostomes - *Gnathostomes (Gnathostomata)*
Tétrapodes – *Tetrapods (Tetrapoda)*
Oiseaux - *Birds (Aves)*
Neornithes – *Neornithes (Neornithes)*
Néognathes - *Neognaths (Neognathae)*

I. Version française

La fragilité et les disparités morphologiques, parfois considérables, de la tête osseuse au sein de la classe des Oiseaux en font un élément anatomique rarement étudié à l'échelle d'ensembles taxinomiques d'envergure. Les quelques études ostéométriques existantes concernant cet élément ne s'appliquent le plus souvent qu'à un petit nombre d'espèces apparentées (KRAFT, 1972, FICK, 1974, OTTO, 1980, LANGER, 1981, MORENO, 1985-1987, CUISIN, 1989, GRÜBER, 1990, LORCH, 1992, TOMEK et BOCHEŃSKI, 2000). De plus, l'absence de consensus concernant les dimensions d'intérêt et la méthode à appliquer pour les mesurer complique la généralisation de ces études et leur application pour identifier un spécimen sur le terrain. En effet, il s'agit principalement d'études descriptives dont les mesures n'ont pas été définies pour être applicables uniformément à des ensembles taxinomiques plus vastes. Par conséquent, leur utilisation dans un but de comparaison ou d'identification de spécimens n'appartenant pas au champ d'étude restreint dont elles sont issues est rarement possible. Les repères osseux nécessaires à leur réalisation sont inexistant, rarement conservés du fait de leur fragilité, ou trop différents pour obtenir une dimension équivalente, la méthode de mesure est parfois inapplicable sur d'autres espèces et les paramètres ne sont pas toujours suffisamment discriminants pour être utiles dans l'étude d'espèces non apparentées.

Cet article présente un ensemble de paramètres ostéométriques représentant les principales dimensions de la tête osseuse aviaire, définis par des repères osseux rarement altérés, et applicables sur plus d'une centaine d'espèces de l'avifaune autochtone, non captive, française et couvrant la quasi-totalité des ordres présents en France. Ce travail fait partie d'une étude ostéomorphométrique de plus grande ampleur, réalisée dans le cadre d'une thèse vétérinaire (LEBÉDEL, 2016) ayant pour objectif l'élaboration d'une clé de détermination de têtes osseuses aviaires à destination des archéozoologues et des biologistes. L'utilisation, dans un tel outil d'identification, des mesures proposées ici, est un gage de leur intérêt pour comparer et identifier des spécimens appartenant au vaste panel d'espèces de la collection de référence utilisée. Celle-ci appartient à l'Unité d'Anatomie Comparée de l'École Vétérinaire de Nantes (ou Oniris) et provient en grande partie d'oiseaux morts au Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Écosystèmes (CVFSE). Elle comporte 863 spécimens, répartis au sein de 120 espèces observables en France et appartenant à 21 ordres de Néognathes.

A. Conseils et principes de mise en œuvre des mesures

Tous les paramètres ostéométriques présentés ici, à une exception près, nécessitent l'utilisation d'un pied à coulisse comme instrument de mesure. Nous préconisons l'utilisation d'un exemplaire électronique à affichage digital (ex : Mitutoyo[®], *Absolute Digimatic Caliper*), dont la précision au centième de millimètre est plus que satisfaisante pour ce type de matériel osseux, et dont l'affichage facilite la lecture pendant l'utilisation. L'un des paramètres proposés n'est pas une mesure linéaire et nécessite l'utilisation d'un mètre ruban pour sa réalisation. Un fil, gradué manuellement au préalable, peut également être utilisé et présente l'avantage éventuel d'une plus grande précision des graduations.

La valeur de chaque paramètre linéaire présenté ici doit être prise lorsque les mors du pied à coulisse sont le plus en contact avec les repères osseux sans interférer avec leur position, leur forme et leur orientation naturelles. Une attention particulière doit être portée à éviter toute déformation osseuse lors des mesures. Pour améliorer la précision, les valeurs doivent être relevées lorsque l'ensemble pied à coulisse-tête osseuse est le plus stable possible, les mors du pied à coulisse étant positionnés, le cas échéant, de façon symétrique sur la structure osseuse.

Enfin, quelques points anatomiques particuliers peuvent être marqués sur les pièces osseuses afin de faciliter leur repérage et leur utilisation dans la prise de mesure. C'est le cas du relief le plus caudal du crâne dans le plan médian, qui correspond le plus souvent à la proéminence cérébelleuse (*prominentia cerebellaris*). Par ailleurs, la jonction entre le bec et le crâne, appelée charnière naso-frontale (*zona flexoria craniofacialis*), n'est pas toujours facilement visualisable. Dans ces cas-là, elle est matérialisée comme la droite passant par le milieu des bords latéraux de cette zone de jonction, que l'on détecte généralement grâce à la séparation visible entre l'os nasal (*os nasale*) et les os lacrymaux (*os lacrimale*) plus latéraux, ou du fait de la coloration, texture ou épaisseur différente du reste de l'os nasal.

B. Description des paramètres ostéométriques

Chaque mesure est définie avec précision par les éléments osseux qui la délimitent. La méthode d'utilisation de l'instrument de mesure pour la réaliser est également codifiée afin de limiter au maximum les biais et améliorer la répétabilité des mesures. Enfin, d'éventuels conseils ou précautions à prendre lors de la prise de mesure sont fournis, le cas échéant, au manipulateur.

- M1 : longueur de la tête osseuse

Repères : de la pointe du bec (*apex rostri maxillae*) au point le plus caudal de la tête osseuse (proéminence cérébelleuse / *prominentia cerebellaris* ou crête nucale transverse / *crista nuchalis transversa*).

Méthode : pied à coulisse dans le plan médian, par-dessus, la tête étant posée sur un support plan. Attention à ne pas la plier au niveau de la charnière naso-frontale (*zona flexoria craniofacialis*) en serrant excessivement les mors.

- M2 : hauteur du crâne

Repères : du sillon médian dorsal (*depressio frontalis*) à la structure la plus ventrale, sur laquelle repose naturellement le crâne une fois positionné correctement dans le pied à coulisse (condyle occipital / *condylus occipitalis*, os basioccipital / *os basioccipitale*, septum interorbitaire / *septum interorbitale*, os palatin / *os palatinum*...).

Méthode : le crâne est inséré par l'arrière, au fond du pied à coulisse. Le mors supérieur est positionné dans le sillon médian dorsal et le pied à coulisse est refermé progressivement jusqu'à ce que l'autre mors vienne buter contre la face ventrale du crâne. La position de celui-ci entre les mors doit être celle, proche de l'horizontale, prise naturellement lors de la fermeture du pied à coulisse, sans être guidée par les mains du manipulateur. Dans la mesure où la taille du crâne le permet, la proéminence cérébelleuse (*prominentia cerebellaris*) est appuyée contre la partie transversale du pied à coulisse.

- M3 : largeur du crâne n°1

Repères : entre la partie la plus rostro-ventrale de la pointe des deux processus post-orbitaires (*processus postorbitalis*).

Méthode : pied à coulisse par-dessous, dans le plan transversal de la tête. Attention à ne pas déformer les processus post-orbitaires en serrant exagérément les mors.

- M4 : largeur du crâne n°2

Repères : entre les deux fosses temporales (*fossa temporalis*) délimitées par les processus post-orbitaires (*processus postorbitalis*) dorsalement et les processus zygomatiques (*processus zygomaticus*) ventralement.

Méthode : par derrière, le pied à coulisse est plus ou moins incliné par rapport au plan horizontal selon la conformation du crâne, afin d'obtenir la valeur minimale.

- M5 : largeur du crâne n°3

Repères : entre les deux zones tympaniques, au niveau le plus proéminent (processus paroccipitaux / *processus paroccipitalis*, processus zygomatiques / *processus zygomaticus* ou crêtes nucales transverses / *crista nuchalis transversa*).

Méthode : pied à coulisse positionné sous le crâne, dans le plan transversal de celui-ci, de façon à obtenir la plus grande largeur du crâne dans la région tympanique.

- M6 : largeur du bec

Repères : entre les jonctions des arcs jugaux (*arcus jugalis*) avec les processus maxillaires (*processus maxillaris*) de l'os nasal (*os nasale*).

Méthode : pied à coulisse orienté vers l'arrière et plus ou moins incliné par rapport au plan horizontal selon la conformation de la tête. Attention à ne pas déformer cette région en serrant excessivement les mors.

- M7 : largeur de la charnière naso-frontale (*zona flexoria craniofacialis*)

Repères : de part et d'autre de la droite représentant la charnière naso-frontale.

Méthode : pied à coulisse au-dessus de la tête osseuse, dans le plan transversal. Attention à ne pas prendre les os lacrymaux (*os lacrimale*) qui s'avancent parfois latéralement jusque-là.

- M8 : largeur interorbitaire

Repères : au niveau de la plus petite largeur de l'os frontal (*os frontale*) en regard des orbites (*orbita*).

Méthode : pied à coulisse dans le plan transversal de la tête, par-dessus.

- M9 : diamètre du foramen magnum

Repères : diamètre médian du *foramen magnum*.

Méthode : avec les petits mors du pied à coulisse, en s'appuyant rostralement sur le sillon médian du condyle occipital (*condylus occipitalis*).

- M10 : distance de la narine externe (*apertura nasi ossea*) à l'arrière du crâne

Repères : entre l'extrémité caudale des narines externes et le point le plus caudal de la tête osseuse (proéminence cérébelleuse / *prominentia cerebellaris* ou crête nucale transverse / *crista nuchalis transversa*).

Méthode : bilatérale, avec le pied à coulisse. Attention à ne pas plier le crâne au niveau de la charnière naso-frontale (*zona flexoria craniofacialis*) en serrant les mors.

- M11 : longueur de la narine externe (*apertura nasi ossea*)

Repères : de part et d'autre de la narine externe.

Méthode : bilatérale, plus grande longueur mesurée avec les petits mors du pied à coulisse.

- M12 : distance de l'arrière de l'orbite (*orbita*) à l'arrière du crâne

Repères : entre l'extrémité rostro-ventrale de la pointe du processus post-orbitaire (*processus postorbitalis*) et le point le plus caudal de la tête osseuse (proéminence cérébelleuse / *prominentia cerebellaris*, ou crête nucale transverse / *crista nuchalis transversa*).

Méthode : bilatérale, au pied à coulisse.

- M14 : longueur du bec n°1

Repères : du milieu de la droite définissant la charnière naso-frontale (*zona flexoria craniofacialis*) à la pointe du bec (*apex rostri maxillae*).

Méthode : au mètre ruban en épousant la ligne du dessus du bec, bien dans l'axe longitudinal. Cela correspond à la longueur du culmen, c'est-à-dire la longueur du bec en tenant compte de ses éventuelles courbures.

- M15 : longueur du bec n°2

Repères : entre le milieu de la droite définissant la charnière naso-frontale (*zona flexoria craniofacialis*) et la pointe du bec (*apex rostri maxillae*).

Méthode : pied à coulisse par-dessus, dans l'axe longitudinal du bec. Attention à ne pas le déformer en fermant le pied à coulisse. Cette mesure correspond à la projection de M14 et ne prend donc pas en compte la forme du bec.

- M15bis : longueur du crâne (*cranium*)

Repères : entre le point le plus caudal de la tête osseuse (proéminence cérébelleuse / *prominentia cerebellaris*, ou crête nucale transverse / *crista nuchalis transversa*) et le milieu de la droite définissant la charnière naso-frontale (*zona flexoria craniofacialis*).

Méthode : pied à coulisse par-dessus, dans l'axe longitudinal du crâne.

- M16 : « longueur latérale » du bec

Repères : entre la pointe du bec (*apex rostri maxillae*) et la jonction arc jugal (*arcus jugalis*)-processus maxillaire (*processus maxillaris*) de l'os nasal (*os nasale*).

Méthode : au pied à coulisse, de chaque côté du bec.

- M18 : largeur de la mandibule (*mandibula*)

Repères : entre les deux processus latéraux de la mandibule (*processus lateralis mandibulae*).

Méthode : par derrière, les mors du pied à coulisse étant parallèles au grand axe de la mandibule. Attention à ne pas la déformer en serrant exagérément les mors.

- M19 : largeur de l'articulation temporo-mandibulaire (*articulatio temporomandibularis*)

Repères : entre la pointe du processus médial de la mandibule (*processus medialis mandibulae*) et celle du processus latéral de la mandibule (*processus lateralis mandibulae*).

Méthode : bilatérale, les mors du pied à coulisse étant bien dans l'axe de la branche mandibulaire (*ramus mandibulae*), même lorsque les reliefs utilisés ne sont pas à la même hauteur sur la mandibule.

- **M20lat : longueur de la branche mandibulaire (*ramus mandibulae*)**

Repères : entre la pointe rostrale de la mandibule (*apex rostri mandibulae*) et l'extrémité la plus caudale de la branche mandibulaire (processus rétroarticulaire / *processus retroarticularis*, processus médial ou latéral de la mandibule / *processus medialis* ou *lateralis mandibulae*).

Méthode : pour chaque branche, le pied à coulisse étant parallèle à l'axe de la branche mandibulaire concernée. Attention à ne pas plier les branches en serrant le pied à coulisse.

- **M20tot : longueur de la mandibule (*mandibula*)**

Repères : entre la pointe rostrale de la mandibule (*apex rostri mandibulae*) et les extrémités les plus caudales des branches mandibulaires (*ramus mandibulae*).

Méthode : la mandibule est insérée entre les deux mors du pied à coulisse, la pointe rostrale d'un côté et les extrémités caudales des branches en appui sur l'autre mors. Le pied à coulisse est parallèle au grand axe de la mandibule. Attention à ne pas déformer la mandibule en fermant le pied à coulisse.

- **M21 : longueur de la symphyse mandibulaire (*pars symphysialis*)**

Repères : entre l'extrémité rostrale de la mandibule (*apex rostri mandibulae*) et l'extrémité caudale de la symphyse mandibulaire.

Méthode : mesurée au pied à coulisse sur la face ventrale de la mandibule, dans le plan médian.

C. Remarques

Les paramètres ostéométriques proposés ici ont été élaborés de sorte que la méthode à appliquer soit identique pour l'ensemble des espèces sur lesquelles ils ont été mis au point. Ces mesures sont donc utilisables de façon standardisée sur des spécimens appartenant aux 120 espèces de la collection étudiée. Le détail de ces espèces et leur position taxinomique est fourni en Annexe. En outre, la diversité taxinomique de cette collection (21 des 25 ordres observables en France représentés) laisse espérer que les paramètres ainsi décrits sont généralisables à des espèces n'ayant pas servi de base à ce travail.

Notons que, du fait de particularités anatomiques (ex : absence de narine externe), certaines espèces n'ont pas les repères osseux nécessaires à la réalisation de quelques mesures. Cette caractéristique est un autre type d'information permettant également la description du spécimen étudié et qui peut éventuellement contribuer à son identification.

Par ailleurs, certaines structures, plus fragiles, de la tête osseuse des Oiseaux peuvent être déformées, incomplètes, voire manquantes, en particulier dans le cadre de l'archéozoologie où des spécimens très abîmés sont parfois rencontrés. C'est pourquoi un soin particulier a été apporté à définir des paramètres ostéométriques basés sur des éléments anatomiques généralement bien conservés, permettant ainsi leur réalisation sur le terrain le plus fréquemment possible, quel que soit l'état du spécimen considéré. Malgré cela, certaines dimensions concernent des structures osseuses plus fragiles et donc plus fréquemment altérées, ce qui peut empêcher leur mesure sur des têtes osseuses moins bien conservées. Un tableau présentant l'intérêt relatif des différents paramètres en fonction des repères osseux utilisés et donc de l'état de conservation du spécimen est présenté ci-dessous (tableau 1).

Tableau 1. Intérêt des paramètres ostéométriques selon l'état de conservation du spécimen à étudier (faisabilité sur le terrain), et dans le cas d'un objectif d'identification et non purement descriptif du spécimen.

Mesures	Dimension de la tête osseuse représentée	Faisabilité sur le terrain	Intérêt pour l'identification
M1	longueur de la tête osseuse	+	+
M2	hauteur du crâne	++	++
M3	largeur du crâne n°1 (processus postorbitaires)	++	+++
M4	largeur du crâne n°2 (fosses temporales)	+++	+++
M5	largeur du crâne n°3 (zones tympaniques)	+++	+++
M6	largeur du bec	+	+
M7	largeur de la chanière naso-frontale	++	+
M8	largeur interorbitaire	+++	+
M9	diamètre du <i>foramen magnum</i>	++	-
M10	distance de la narine externe à l'arrière du crâne	+	+
M11	longueur de la narine externe	++	+
M12	distance de l'arrière de l'orbite à l'arrière du crâne	++	+
M13	diamètre de l'orbite n°1 (processus orbitaires)	---	---
M13bis	diamètre de l'orbite n°2 (processus supraorbitaires)	---	---
M13ter	diamètre de l'orbite n°3 (extrémités caudolatérales du bec)	---	---
M14	longueur du bec n°1 (incurvation du culmen)	+	-
M15	longueur du bec n°2 (linéaire)	++	+
M15bis	longueur du crâne	+++	++
M16	"longueur latérale" du bec	+	-
M17	hauteur du bec	--	---
M18	largeur de la mandibule	-	+
M19	largeur de l'articulation temporo-mandibulaire	++	-
M20lat	longueur de la branche mandibulaire	+	-
M20tot	longueur de la mandibule	-	-
M21	longueur de la symphyse mandibulaire	++	+
M22	épaisseur de la branche mandibulaire	--	---
M23	hauteur de la branche mandibulaire	---	---

Légende : +++ (intérêt majeur / quasiment toujours réalisable), ++ (intérêt satisfaisant / souvent réalisable), + (intérêt anecdotique / généralement réalisable), - (très peu d'intérêt / ponctuellement réalisable), -- (sans intérêt / rarement réalisable), --- (déconseillé / rarement et difficilement réalisable).

Au cours de l'étude ostéométrique, quelques autres paramètres ont été mis au point sur l'ensemble des espèces de la collection, mais se sont finalement révélés sans intérêt. En effet, leur réalisation pratique s'est avérée difficile ou peu répétable pour le manipulateur occasionnel, leur caractère discriminant insuffisant pour décrire et comparer des espèces, et/ou leur variabilité intraspécifique trop importante pour utiliser les données obtenues. Ils ont donc été écartés de cette proposition méthodologique de l'ostéométrie aviaire, car nous en déconseillons l'utilisation.

Malgré la grande diversité taxinomique du matériel utilisé pour la mise au point des paramètres ostéométriques proposés ici, leur mise en oeuvre sur d'autres espèces, en particulier si elles possèdent une morphologie particulière (Bec-croisé, Avocette,...), pourra s'avérer délicate. D'autres paramètres, notamment morphologiques, peuvent se révéler plus intéressants pour l'étude de tels spécimens. On peut citer, par exemple, la forme du bec, dont une classification a été élaborée dans ce but (LEBÉDEL, 2016).

Rappelons, enfin, que la détention d'espèces sauvages sans certificat de capacité adéquat est interdite sur le territoire français.

Remerciements : Aurélia Borvon (UMR 7041 ArScAn Equipe Archéologies Environnementales, Nanterre et GEROM, Angers), Claude Guintard (Laboratoire d'Anatomie Comparée, Oniris, Nantes), Éric Betti (Laboratoire d'Anatomie Comparée, Oniris, Nantes), François Meurgey (Muséum d'histoire naturelle, Nantes), Olivier Lambert (CVFSE, Nantes), Virginie Joly (Bron), Francis Wevers (Wellington, Nouvelle-Zélande).

Orientation bibliographiques

BAUMEL J. J., KING A. S., BREAZILE J. E., EVANS H. E., VANDEN BERGE J. C., ZUSI R. L. et MALINOVSKY L. (1993). *Handbook of Avian Anatomy: Nomina Anatomica Avium*, Seconde Edition. Nuttall Ornithological Club.

CUISIN J. (1989). *L'Identification des crânes de Passereaux (Passeriformes, Aves)*, Thèse présentée pour le diplôme supérieur d'étude et de recherche, Dijon, Université de Bourgogne, Faculté des Sciences de la Vie et de l'Environnement.

von den DRIESCH A. (1976). *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites: as developed by the Institut für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung und Geschichte der Tiermedizin of the University of Munich*, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University.

FICK O. K. W. (1974). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen europäischer Taubenarten*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

GRÜBER A. (1990). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen in Ägypten vorkommender Ciconiidae*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

JOLY V., BORVON A., THORIN C., BETTI E., et GUINTARD C. (2014). Étude ostéomorphométrique d'ensembles crâniens d'oiseaux sauvages autochtones non captifs de l'Ouest de la France : variabilité intra- et interspécifique. *Bulletin de la Société Scientifique naturelle Ouest de la France, nouvelle série*, 36(4) :211-243.

KRAFT E. (1972). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen nord- und mitteleuropäischer kleinerer Hühnervögel*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

- LANGER G. (1980). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen in Mitteleuropa vorkommender mittelgrosser Eulenarten*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.
- LEBÉDEL, A. (2016). Étude ostéomorphométrique de têtes osseuses de l'avifaune autochtone non captive de France : établissement d'une clé de détermination. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de médecine, Nantes. Oniris : École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique, 408p.
- LORCH R. (1992). *Vergleichend morphologische Untersuchungen am Skelett von Pelecanus onocrotalus, Pelecanus crispus und Pelecanus rufescens*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.
- MORENO E. (1985). Clave osteológica para la identificación de los Passeriformes ibéricos, I. Aegithalidae, Remizidae, Paridae, Emberizidae, Passeridae, Fringillidae, Alaudidae. *Ardeola*, 32:295-377.
- MORENO E. (1986). Clave osteológica para la identificación de los Passeriformes ibéricos, II. Hirundinidae, Prunellidae, Sittidae, Certhiidae, Troglodytidae, Cinclidae, Laniidae, Oriolidae, Corvidae, Sturnidae, Motacillidae. *Ardeola*, 33:69-129.
- MORENO E. (1987). Clave osteológica para la identificación de los Passeriformes ibéricos, III. Muscicapidae. *Ardeola*, 34: 243-273.
- OTTO C. (1981). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen in Zentraleuropa vorkommender mittelgroßer Accipitridae*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.
- TOMEK T. et BOCHEŃSKI Z. M. (2000). *The comparative osteology of european corvids (Aves: Corvidae), with a key to the identification of their skeletal elements*, Krakow, Polska akademia nauk. Instytut systematycki i ewolucii zwierząt.
- VISCARDI P., SAKAMOTO M. et SIGWART J. D. (2010). How long is a piece of Strix? Methods in measuring and measuring the measurers. *Zoomorphology*, 129(3):185-194.

II. Figures

Figure 1. Mesures de la tête osseuse, vue dorsale, exemple de la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* (Linnaeus, 1766), Laridae.

[Measurements on skull, dorsal view, example of the Black-headed Gull *Chroicocephalus ridibundus* (Linnaeus, 1766), Laridae].



Échelle : 0,5cm

Scale: 0,5cm

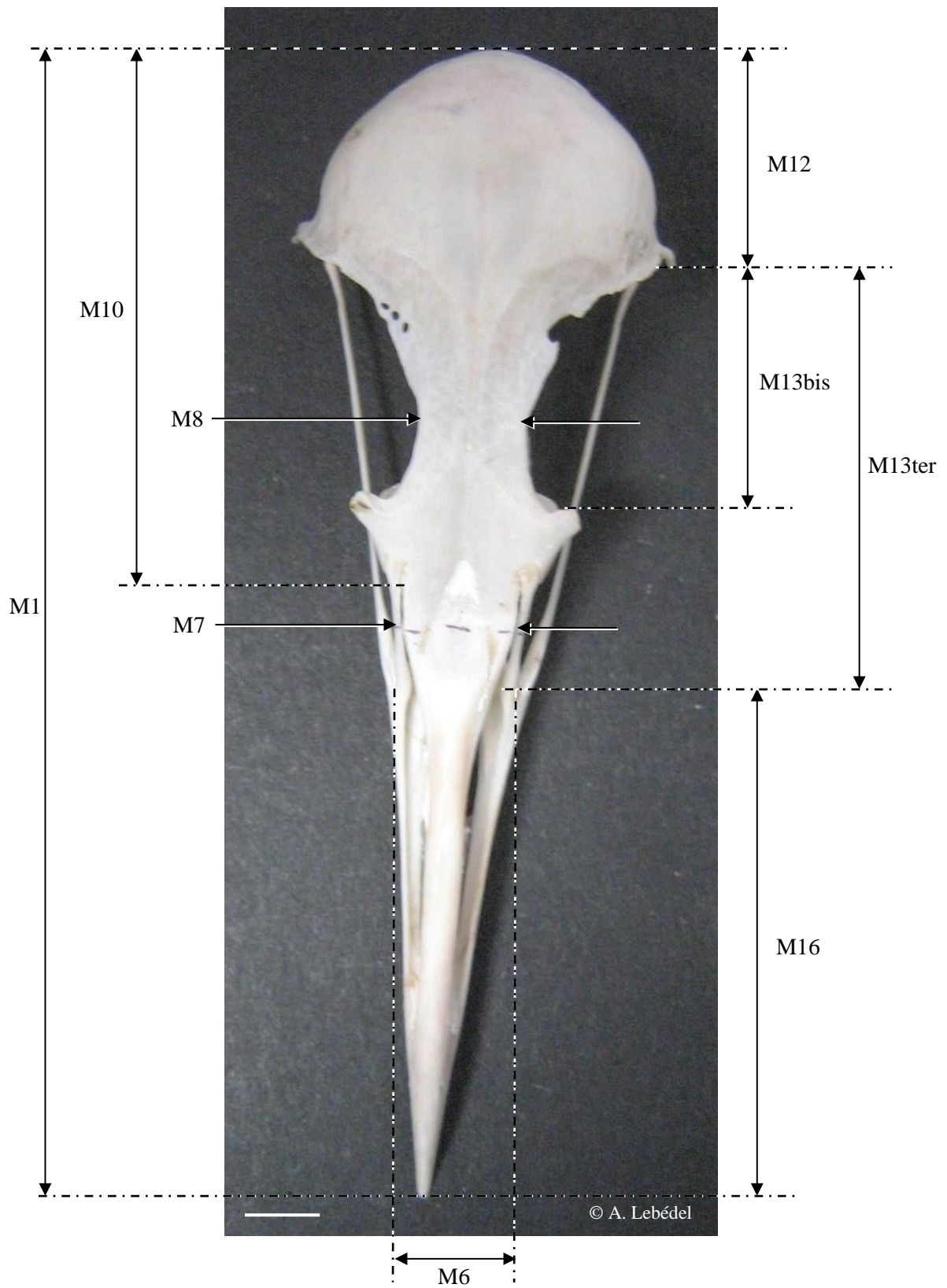


Figure 2. Mesures de la tête osseuse, vue latérale droite, exemple de la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* (Linnaeus, 1766), Laridae.
 [Measurements on skull, right lateral view, example of the Black-headed Gull *Chroicocephalus ridibundus* (Linnaeus, 1766), Laridae].



Échelle : 0,5cm

Scale: 0,5cm

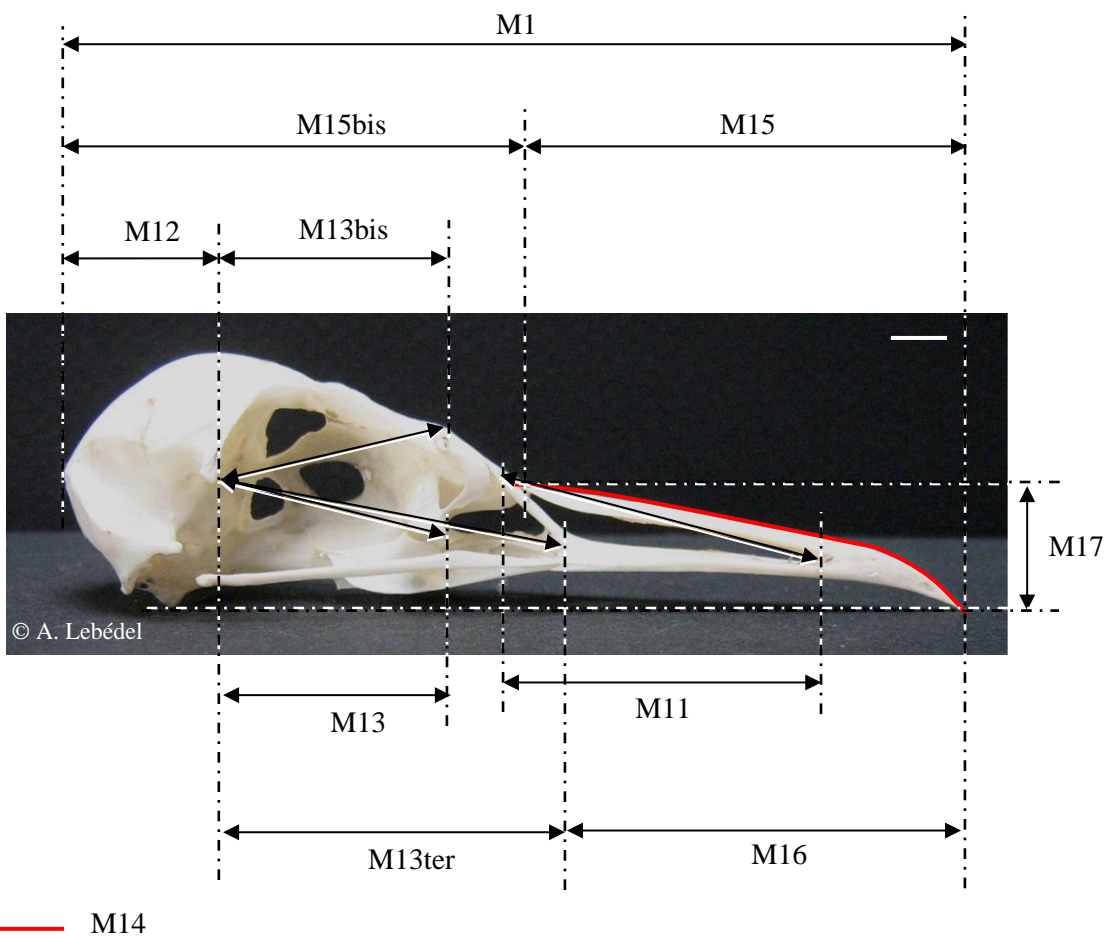


Figure 3. Mesures effectuées sur la tête osseuse, vue caudale, exemple de la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* (Linnaeus, 1766), Laridae.
[Measurements on skull, caudal view, example of the Black-headed Gull *Chroicocephalus ridibundus* (Linnaeus, 1766), Laridae].



Échelle : 0,5cm

Scale: 0,5cm

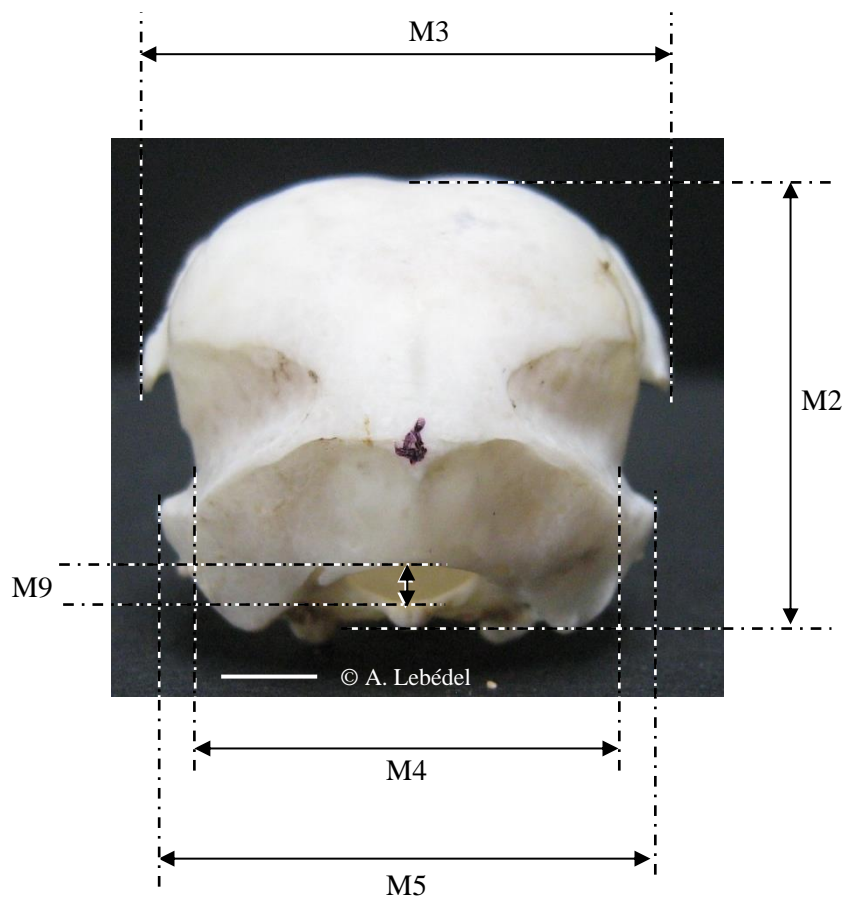


Figure 4. Mesures effectuées sur la mandibule (*mandibula*), vue dorsale, exemple du Choucas des tours *Coloeus monedula* Linnaeus, 1758, Corvidae.
 [Measurements on mandible (*mandibula*), dorsal view, example of the Western Jackdaw *Coloeus monedula* Linnaeus, 1758, Corvidae].

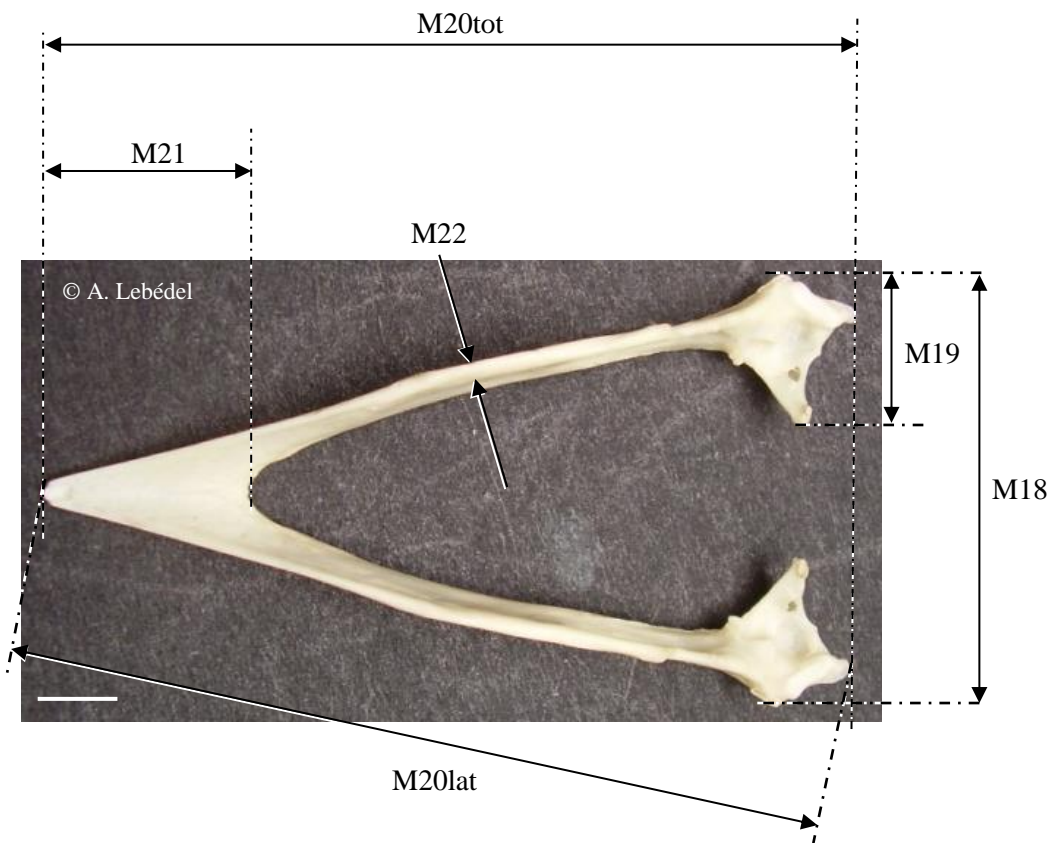
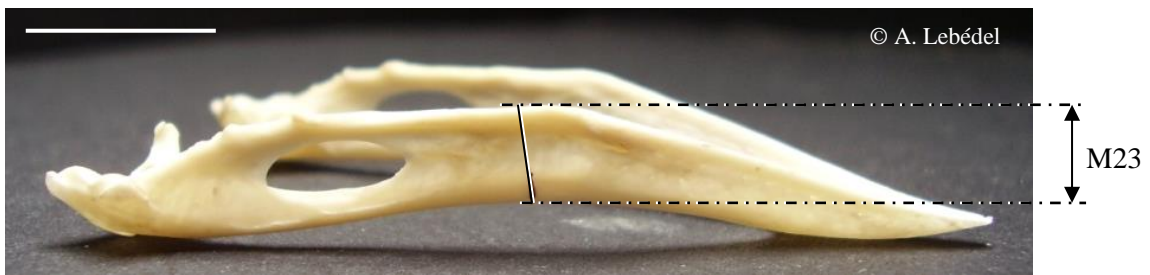


Figure 5. Mesures effectuées sur la mandibule (*mandibula*), vue latérale droite, exemple du Choucas des tours *Coloeus monedula* Linnaeus, 1758, Corvidae.
[Measurements on mandible (*mandibula*), dorsal view, example of the Western Jackdaw *Coloeus monedula* Linnaeus, 1758, Corvidae].



Échelle : 1cm

Scale: 1cm



III. English Version

The fragility and sometimes considerable morphological disparities of the bird skull among the class Aves, make it a rarely studied anatomical element in wide taxonomic groups. Each of the few existing osteomorphometric studies concerning this bony element only deal with a small number of related species (KRAFT, 1972, FICK, 1974, OTTO, 1980, LANGER, 1981, MORENO, 1985-1987, CUISIN, 1989, GRÜBER, 1990, LORCH, 1992, TOMEK et BOCHÉŃSKI, 2000). Moreover, the ability to generalize from such studies and apply them to identify a specimen on the ground are complicated by the lack of consensus concerning the dimensions of interest and the way to measure them. They are, indeed, mostly descriptive studies and their measurements were not defined in a way which makes them usable in the same way on wider taxonomic groups. Therefore, their use to compare or identify specimens which don't belong to the restricted scope from which they were issued is rarely possible. The bony landmarks required for their realisation may be nonexistent, rarely preserved because of their fragility, or too different to obtain an equivalent measurement. The method may also be not applicable on other species, and the parameters are not always discriminating enough to be used for studying unrelated species.

This article provides a set of osteometric parameters representing the main dimensions of the bird skull, defined by bony landmarks rarely altered, and applicable on more than a hundred species of native, non captive, French avifauna and covering almost all the orders occurring in France. The work presented here is part of a more extensive osteomorphometric study, forming part of a veterinary thesis (LEBÉDEL, 2016), the aim of which is the creation of an identification key of bird skulls for archeozoologists and biologists. The use of the measurement proposed here, in such an identification tool, is a proof of their interest to compare and identify specimens belonging to the wide panel of studied species. These species come from a collection belonging to the Unité d'Anatomie Comparée of the École Vétérinaire de Nantes (Oniris) and gathered mostly from birds which died at the Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Écosystèmes (CVFSE). It is composed of 863 specimens, belonging to 120 species and 21 Neognaths' orders which are observable in France.

A. Measurements advice and principles

Every one of the osteometric parameters presented here, except one, requires the use of a caliper as the measuring device. We advocate the use of an electronic caliper featuring a digital display (ex : Mitutoyo[®], *Absolute Digimatic Caliper*). Measuring at an accuracy of one hundredth of a millimetre is more than satisfactory for the type of bony structure encountered. The display allows easier reading of the measurement being taken. The single parameter which is not suitable for caliper measurement is not a linear measurement and requires the use of a tape measure or similar to calculate it accurately. A string, manually graduated beforehand, may also be used and may have the advantage of being more precise.

The value of each linear parameter shall be taken when the caliper jaws are most completely in contact with the requisite bony landmarks without interfering with their natural position, shape or orientation. Special care should be taken to avoid any bony deformation whilst measuring. To enhance accuracy, the values must be taken when the group [caliper + bony head] is as stable as possible, the jaws symmetrically arranged on the bony structure, where appropriate.

Finally, some anatomical points may be marked on the specimens, in order to make it easier to subsequently establish their locating and facilitate accurate measurement. This is particularly the case with the most caudal point of the skull in the median plane, which often corresponds to the *prominentia cerebellaris*. Furthermore, the junction between the upper jaw and the *cranium*, also called craniofacial hinge (*zona flexoria craniofacialis*), is not always easily determined. In these cases, the junction is defined by the line passing through the middle of each side edge in the junction area. A separation line between nasal bone (*os nasale*) and more laterally situated lacrimal bones (*os lacrimale*), or a different colour, texture or thickness from the rest of the nasal bone are usually helpful to locate this area.

B. Description of the osteometric parameters

Each measurement is precisely defined by the bony elements delimiting it. The method of using the measurement device is also precisely codified for each parameter, in order to limit biases and improve repeatability. Finally, some advice and/or precautions to be taken while measuring are given to the user, where appropriate. These osteometric parameters correspond to the line segments joining the extreme points pointed by the arrows on figures. Thus, most of them are, in fact, oblique to the reference anatomical planes.

- **M1: bony head length**

Landmarks: from the tip of the beak (*apex rostri maxillae*) to the most caudal point of the bony head (*prominentia cerebellaris* or transverse nuchal crest/ *crista nuchalis transversa*).

Method: caliper in the median plane, from above, the bony head on a flat support. Be careful not to bend it at the craniofacial hinge (*zona flexoria craniofacialis*) level, by tightening the jaws.

- **M2: cranium height**

Landmarks: from the dorsal median groove (*depressio frontalis*) to the most ventral structure, on which the *cranium* naturally rests once it is properly placed between the caliper jaws (occipital condyle / *condylus occipitalis*, basioccipital bone / *os basioccipitale*, interorbital septum / *septum interorbitale*, palatine bone / *os palatinum...*).

Method: the *cranium* is inserted by the rear, at the bottom of the caliper. The upper jaw is disposed in the dorsal median groove and the caliper is closed gradually until the other jaw abuts against the ventral face of *cranium*. Its position between jaws shall be the one, almost horizontal, taken naturally, while tightening the caliper, without being guided by the user hands. As far as the *cranium* size allows it, the *prominentia cerebellaris* shall be placed against the transverse part of the caliper.

- **M3: cranium width n°1**

Landmarks: between the most rostroventral part of the tip of the postorbital processes (*processus postorbitalis*).

Method: from beneath, in the transversal plane of the head. Be careful not to deform the postorbital processes by tightening the jaws too much.

- **M4: cranium width n°2**

Landmarks: between the two temporal fossae (*fossa temporalis*), delimited by the postorbital processes (*processus postorbitalis*) dorsally, and the zygomatic processes (*processus zygomaticus*) ventrally.

Method: from behind, the caliper is more or less tilted relative to the horizontal plane according to the *cranium* shape, in order to obtain the minimal value.

- M5: cranium width n°3

Landmarks: between the two tympanic areas, at the most prominent level (paroccipital process / *processus paroccipitalis*, zygomatic process / *processus zygomaticus* or transverse nuchal crest / *crista nuchalis transversa*).

Method: caliper placed under the skull, in its transversal plane, in order to obtain the greatest cranium width in the tympanic area.

- M6: beak width

Landmarks: between the junctions of jugal arch (*arcus jugalis*) and maxillary processes (*processus maxillaris*) of nasal bone (*os nasale*).

Method: caliper rearward facing and more or less tilted relative to the horizontal plane according to the bony head shape. Be careful not to deform that area by tightening the jaws too much.

- M7: craniofacial hinge (*zona flexoria craniofacialis*) width

Landmarks: on either side of the line representing the craniofacial hinge.

Method: caliper over the bony head, in the transversal plane. Be careful not take the lacrimal bone (*os lacrimale*), which occasionally extends laterally to that point, between jaws.

- M8: interorbital width

Landmarks: where the frontal bone (*os frontale*) is the narrowest, around the orbits (*orbita*).

Method: caliper in the transversal plane, from above.

- M9: foramen magnum diameter

Landmarks: median diameter of the *foramen magnum*.

Method: with the small jaws of the caliper, by leaning rostrally on the median groove of the occipital condyle (*condylus occipitalis*).

- M10: distance from the nasal aperture (*apertura nasi ossea*) to the back of the skull

Landmarks: between the caudal end of the nasal apertures and the most caudal point of the bony head (*prominentia cerebellaris* or transverse nuchal crest / *crista nuchalis transversa*).

Method: bilateral measurement, taken with caliper. Be careful not to bend the skull at the craniofacial hinge (*zona flexoria craniofacialis*) level, by tightening the jaws.

- M11: nasal aperture length (*apertura nasi ossea*)

Landmarks: between the two ends of the nasal aperture.

Method: bilateral measurement, greater length measured with the caliper small jaws.

- M12: distance from the back of the orbit (*orbita*) to the back of the skull (*cranium*)

Landmarks: from the rostroventral tip of the postorbital process (*processus postorbitalis*) to the most caudal point of the bony head (*prominentia cerebellaris* or transverse nuchal crest / *crista nuchalis transversa*).

Method: bilateral, taken with caliper.

- M14: beak length n°1

Landmarks: from the middle point of the line representing the craniofacial hinge (*zona flexoria craniofacialis*) to the tip of the beak (*apex rostri maxillae*).

Method: taken with a tape measure, by matching the top line of the beak and keeping in its longitudinal axis. The measurement corresponds to the culmen length, which is the beak length taking account of any of its bends.

- M15: beak length n°2

Landmarks: from the middle point of the line representing the craniofacial hinge (*zona flexoria craniofacialis*) to the tip of the beak (*apex rostri maxillae*).

Method: taken with caliper, from above, in the longitudinal axis of the beak. Be careful not to deform it by tightening the jaws. That measurement corresponds to the projection of M14 and does not take account of the beak's shape.

- M15bis: cranium length

Landmarks: from the most caudal point of the skull (*prominentia cerebellaris* or transverse nuchal crest / *crista nuchalis transversa*) the middle point of the line representing the craniofacial hinge (*zona flexoria craniofacialis*).

Method: taken with a caliper, from above, in the longitudinal axis of the skull.

- M16: « lateral length » of the beak

Landmarks: from the tip of the beak (*apex rostri maxillae*) to the junction of jugal arch (*arcus jugalis*) and maxillary process (*processus maxillaris*) of nasal bone (*os nasale*).

Method: taken with a caliper, on each side of the beak.

- M18: mandible width (*mandibula*)

Landmarks: between the two *processi laterales mandibulae*.

Method: from behind, with the caliper jaws parallel to the long axis of the mandible. Be careful not to deform it by tightening the jaws too much.

- M19: width of the temporomandibular joint (*articulatio temporomandibularis*)

Landmarks: from the tip of the *processus medialis mandibulae* to the tip of the *processus lateralis mandibulae*.

Method: bilateral measurement, the caliper jaws are in the axis of the mandibular ramus (*ramus mandibulae*), even if the landmarks are not at the same level on the mandible.

- M20lat: length of the mandibular ramus (*ramus mandibulae*)

Landmarks: from the rostral tip of the mandible (*apex rostri mandibulae*) to the most caudal point of the mandibular ramus (retroarticular process / *processus retroarticularis*, or *processus medialis* or *lateralis mandibulae*).

Method: for each ramus, the caliper is parallel to the axis of the mandibular ramus. Be careful not to bend the rami by tightening the jaws.

- M20tot: mandible length (*mandibula*)

Landmarks: from the rostral tip of the mandible (*apex rostri mandibulae*) to the most caudal points of the mandibular rami (*ramus mandibulae*).

Method: the mandible is inserted between the caliper jaws, the rostral tip on one side and the caudal ends of rami resting on the other jaw. The caliper is parallel to the long axis of the mandible. Be careful not to deform the mandible by tightening the jaws.

- M21: length of the mandibular symphysis (*pars symphysialis*)

Landmarks: from the rostral tip of the mandible (*apex rostri mandibulae*) to the caudal end of the mandibular symphysis.

Method: taken with a caliper on the ventral face of the mandible, in the median plane.

C. Comments

The osteometric parameters suggested in this article were created in such a way that the method to be used is the same for every species on which they have been developed. Those measurements are therefore usable in a standardized manner on specimens belonging to the 120 species of the studied collection. The list of these species and their taxonomic position is given in Appendix. In addition, the great taxonomic diversity of that collection (21 of 25 observable orders in France are represented) offers hope that these parameters are generalized to other species, not used in that work.

Due to anatomical peculiarities (for instance: no nasal apertures), some species don't have the bony landmarks needed for some measurements. However, in that case the specific feature is another type of information used to describe the specimen and which may subsequently contribute to its identification.

Moreover, some bird's skull structures, more fragile, may be deformed, incomplete, or missing, in particular on archeozoological specimens, which are sometimes very damaged. That's why particular care has been taken to define osteometric parameters which are based on generally well preserved anatomical structures, allowing their realization as often as possible on the ground, whatever the state of the specimen may be. Despite that, some measurements are using weaker bony structures, which are more often damaged and can frustrate accurate measurement on less well-preserved skulls. A chart is given below (chart 1), presenting the degree of interest of each parameter, depending on the landmarks required, and on the state of preservation of the specimen.

During the study, a small number of other parameters were developed using the collection's species. These have proved to be irrelevant, either because they are too difficult to realize or hardly repeatable on the ground, especially for a casual researcher, there being insufficient discrimination to describe and compare species, and/or their intraspecific variability is too large to allow obtained data to be used. Therefore they have been rejected from this methodology for avian osteometry and we discourage their use. Because these rejected parameters were previously described in literature (KRAFT, 1972, FICK, 1974, OTTO, 1980, LANGER, 1981) and/or illustrate some of the main dimensions of anatomical elements of interest, they are quickly presented beneath, in order to advise the researcher against their use.

- M13: orbit's diameter n°1, from the rostroventral tip of the postorbital process (*processus postorbitalis*) to the laterocaudal end of the orbital process (*processus orbitalis*) of the lacrimal bone (*os lacrimale*).

- M13bis: orbit's diameter n°2, from the rostroventral tip of the postorbital process (*processus postorbitalis*) to the laterocaudal end of the dorsal tip of the supraorbital process (*processus supraorbitalis*) of the lacrimal bone (*os lacrimale*), if present.
- M13ter: orbit's diameter n°3, from the rostroventral tip of the postorbital process (*processus postorbitalis*) to the junction of jugal arch (*arcus jugalis*) and maxillary processes (*processus maxillaris*) of nasal bone (*os nasale*).
- M17: beak's height, between the beak's tip and its highest point, measured with a height gauge, the skull is resting on a horizontal plane.
- M22: thickness of the mandibular ramus (*ramus mandibulae*), at the middle point of each mandibular ramus length, as measured in M20lat, the caliper jaws are oriented perpendicularly to the frontal plane of the mandible.
- M23: height of the mandibular ramus (*ramus mandibulae*), at the middle point of each mandibular ramus length, as measured in M20lat, the axis of the caliper jaws is parallel to the frontal plane of the mandible.

Table 1. Degree of interest of the osteometric parameters depending on the state of conservation of the specimen (feasibility on the ground), and if identification is aimed (in contrary to a purely descriptive purpose).

Mesurements	Relevant dimension of the bird skull	Feasibility on the ground	Degree of interest for identification
M1	Bony head length	+	+
M2	<i>Cranium</i> height	++	++
M3	<i>Cranium</i> width n°1 (postorbital processes)	++	+++
M4	<i>Cranium</i> width n°2 (temporal fossae)	+++	+++
M5	<i>Cranium</i> width n°3 (tympanic areas)	+++	+++
M6	beak width	+	+
M7	Craniofacial hinge width	++	+
M8	Interorbital width	+++	+
M9	<i>Foramen magnum</i> diameter	++	-
M10	distance from the nasal aperture to the back of the skull	+	+
M11	Nasal aperture length	++	+
M12	distance from the back of the orbit to the back of the skull	++	+
M13	Orbit's diameter n°1 (orbital processes)	---	---
M13bis	Orbit's diameter n°2 (supraorbital processes)	---	---
M13ter	Orbit's diameter n°3 (caudolateral ends of the beak)	---	---
M14	Beak length n°1 (culmen incurvation)	+	-
M15	Beak length n°2 (linear)	++	+
M15bis	<i>Cranium</i> length	+++	++
M16	“lateral length” of the beak	+	-
M17	Beak's height	--	---
M18	Mandible width	-	+
M19	Width of the temporomandibular joint	++	-
M20lat	Length of the mandibular ramus	+	-
M20tot	Mandible length	-	-
M21	Length of the mandibular symphysis	++	+
M22	Thickness of the mandibular ramus	--	---
M23	Height of the mandibular ramus	---	---

Legend: +++ (major interest / nearly always feasible), ++ (satisfying interest / often feasible), + (anecdotal interest / generally feasible), - (very limited interest / punctually feasible), -- (without any interest / rarely feasible), --- (not advised for use / rarely and hardly feasible).

Despite the large taxonomic diversity of the collection used to elaborate these osteometric parameters, their use on other species, particularly if they present morphological specificity (*Crossbill Loxia*, *Avocet Recurvirostra*...), may be tricky. Other parameters, especially morphological ones, may be useful to study such specimens. For example, a classification of the shape of bill has been proposed to fulfill that purpose (LEBÉDEL, 2016).

As a reminder, the keeping of wild species without a suitable certificate of competency is forbidden on the French territory.

Acknowledgements: Aurélie Borvon (UMR 7041 ArScAn Equipe Archéologies Environnementales, Nanterre et GEROM, Angers), Claude Guintard (Laboratoire d'Anatomie Comparée, Oniris, Nantes), Éric Betti (Laboratoire d'Anatomie Comparée, Oniris, Nantes), François Meurgey (Museum d'histoire naturelle, Nantes), Olivier Lambert (CVFSE, Nantes), Virginie Joly (Bron), Francis Wevers (Wellington, New-Zealand).

Bibliographical orientations

BAUMEL J. J., KING A. S., BREAZILE J. E., EVANS H. E., VANDEN BERGE J. C., ZUSI R. L. et MALINOVSKY L. (1993). *Handbook of Avian Anatomy: Nomina Anatomica Avium*, Seconde Edition. Nuttall Ornithological Club.

CUISIN J. (1989). *L'Identification des crânes de Passereaux (Passeriformes, Aves)*, Thèse présentée pour le diplôme supérieur d'étude et de recherche, Dijon, Université de Bourgogne, Faculté des Sciences de la Vie et de l'Environnement.

von den DRIESCH A. (1976). *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites: as developed by the Institut für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung und Geschichte der Tiermedizin of the University of Munich*, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University.

FICK O. K. W. (1974). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen europäischer Taubenarten*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

GRÜBER A. (1990). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen in Ägypten vorkommender Ciconiidae*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

JOLY V., BORVON A., THORIN C., BETTI E., et GUINTARD C. (2014). Étude ostéomorphométrique d'ensembles crâniens d'oiseaux sauvages autochtones non captifs de l'Ouest de la France : variabilité intra- et interspécifique. *Bulletin de la Société Scientifique naturelle Ouest de la France, nouvelle série*, 36(4) :211-243.

KRAFT E. (1972). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen nord- und mitteleuropäischer kleinerer Hühnervögel*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

LANGER G. (1980). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen in Mitteleuropa vorkommender mittelgrosser Eulenarten*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

LEBÉDEL, A. (2016). Étude ostéomorphométrique de têtes osseuses de l'avifaune autochtone non captive de France : établissement d'une clé de détermination. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de médecine, Nantes. Oniris : École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique, 408p.

LORCH R. (1992). *Vergleichend morphologische Untersuchungen am Skelett von Pelecanus onocrotalus, Pelecanus crispus und Pelecanus rufescens*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

MORENO E. (1985). Clave osteológica para la identificación de los Passeriformes ibéricos, I. Aegithalidae, Remizidae, Paridae, Emberizidae, Passeridae, Fringillidae, Alaudidae. *Ardeola*, 32:295-377.

MORENO E. (1986). Clave osteológica para la identificación de los Passeriformes ibéricos, II. Hirundinidae, Prunellidae, Sittidae, Certhiidae, Troglodytidae, Cinclidae, Laniidae, Oriolidae, Corvidae, Sturnidae, Motacillidae. *Ardeola*, 33:69-129.

MORENO E. (1987). Clave osteológica para la identificación de los Passeriformes ibéricos, III. Muscicapidae. *Ardeola*, 34: 243-273.

OTTO C. (1981). *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen in Zentraleuropa vorkommender mittelgroßer Accipitridae*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät, München, Ludwig-Maximilians-Universität.

TOMEK T. et BOCHEŃSKI Z. M. (2000). *The comparative osteology of European corvids (Aves: Corvidae), with a key to the identification of their skeletal elements*, Krakow, Polska akademia nauk. Instytut systematycki i ewolucii zwierząt.

VISCARDI P., SAKAMOTO M. et SIGWART J. D. (2010). How long is a piece of Strix? Methods in measuring and measuring the measurers. *Zoomorphology*, 129(3):185-194.

Pour citer cet article : Lebedel A. (2016). Proposition méthodologique pour la réalisation d'une étude ostéomorphométrique de têtes osseuses de l'avifaune. *Cahiers d'Anatomie Comparée*, 2016 (8): 11-39, C@C Tous droits réservés.

To cite this article: Lebedel A. (2016). Proposition méthodologique pour la réalisation d'une étude ostéomorphométrique de têtes osseuses de l'avifaune. *Cahiers d'Anatomie Comparée*, 2016 (8): 11-39, C@C All rights reserved.

Annexe : espèces étudiées et leurs niveaux taxinomiques**[Appendix: species used and their taxonomic position]**

	Espèces		Ordre	Famille
Autour des palombes	Northern Goshawk	<i>Accipiter gentilis</i>	Accipitriformes	Accipitridés
Bondrée apivore	European Honey Buzzard	<i>Pernis apivorus</i>	Accipitriformes	Accipitridés
Busard cendré	Montagu's Harrier	<i>Circus pygargus</i>	Accipitriformes	Accipitridés
Busard des roseaux	Western Marsh Harrier	<i>Circus aeruginosus</i>	Accipitriformes	Accipitridés
Busard Saint-Martin	Hen Harrier	<i>Circus cyaneus</i>	Accipitriformes	Accipitridés
Buse variable	Common Buzzard	<i>Buteo buteo</i>	Accipitriformes	Accipitridés
Épervier d'Europe	Eurasian Sparrowhawk	<i>Accipiter nisus</i>	Accipitriformes	Accipitridés
Bernache cravant	Brant Goose	<i>Branta bernicla</i>	Ansériformes	Anatidés
Canard colvert	Mallard	<i>Anas platyrhynchos</i>	Ansériformes	Anatidés
Canard pilet	Northern Pintail	<i>Anas acuta</i>	Ansériformes	Anatidés
Canard siffleur	Eurasian Wigeon	<i>Anas penelope</i>	Ansériformes	Anatidés
Canard souchet	Northern Shoveler	<i>Anas clypeata</i>	Ansériformes	Anatidés
Cygne tuberculé	Mute Swan	<i>Cygnus olor</i>	Ansériformes	Anatidés
Eider à duvet	Common Eider	<i>Somateria mollissima</i>	Ansériformes	Anatidés
Fuligule milouin	Common Pochard	<i>Aythya ferina</i>	Ansériformes	Anatidés
Macreuse brune	Velvet Scoter	<i>Melanitta fusca</i>	Ansériformes	Anatidés
Macreuse noire	Common Scoter	<i>Melanitta nigra</i>	Ansériformes	Anatidés
Oie cendrée	Greylag Goose	<i>Anser anser</i>	Ansériformes	Anatidés
Tadorne de Belon	Common Shelduck	<i>Tadorna tadorna</i>	Ansériformes	Anatidés
Martinet noir	Common Swift	<i>Apus apus</i>	Apodiformes	Apodidés
Huppe fasciée	Eurasian Hoopoe	<i>Upupa epops</i>	Bucérotiformes	Upupidés
Engoulevent d'Europe	European Nightjar	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Caprimulgiformes	Caprimulgidés
Guillemot de Troil	Common Murre	<i>Uria aalge</i>	Charadriiformes	Alcidés
Macareux moine	Atlantic Puffin	<i>Fratercula arctica</i>	Charadriiformes	Alcidés
Pingouin torda	Razorbill	<i>Alca torda</i>	Charadriiformes	Alcidés
Vanneau huppé	Northern Lapwing	<i>Vanellus vanellus</i>	Charadriiformes	Charadriidés
Goéland argenté	European Herring Gull	<i>Larus argentatus</i>	Charadriiformes	Laridés
Goéland brun	Lesser Black-backed Gull	<i>Larus fuscus</i>	Charadriiformes	Laridés
Goéland marin	Great Black-backed Gull	<i>Larus marinus</i>	Charadriiformes	Laridés
Guifette noire	Black Tern	<i>Chlidonias niger</i>	Charadriiformes	Laridés
Mouette rieuse	Black-headed Gull	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Charadriiformes	Laridés
Mouette tridactyle	Black-legged Kittiwake	<i>Rissa tridactyla</i>	Charadriiformes	Laridés
Sterne caugek	Sandwich Tern	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charadriiformes	Laridés
Échasse blanche	Black-winged Stilt	<i>Himantopus himantopus</i>	Charadriiformes	Récurvirostridés
Barge à queue noire	Black-tailed Godwit	<i>Limosa limosa</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Bécasse des bois	Eurasian Woodcock	<i>Scolopax rusticola</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Bécasseau maubèche	Red Knot	<i>Calidris canutus</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Bécasseau variable	Dunlin	<i>Calidris alpina</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Bécassine des marais	Common Snipe	<i>Gallinago gallinago</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Chevalier culblanc	Green Sandpiper	<i>Tringa ochropus</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Chevalier guignette	Common Sandpiper	<i>Actitis hypoleucos</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Combattant varié	Ruff	<i>Philomachus pugnax</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Courlis cendré	Eurasian Curlew	<i>Numenius arquata</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Phalarope à bec large	Red Phalarope	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Tournepièrre à collier	Ruddy Turnstone	<i>Arenaria interpres</i>	Charadriiformes	Scolopacidés
Cigogne blanche	White Stork	<i>Ciconia ciconia</i>	Ciconiiformes	Ciconiidés
Cigogne noire	Black Stork	<i>Ciconia nigra</i>	Ciconiiformes	Ciconiidés
Pigeon biset	Rock Dove	<i>Columba livia</i>	Columbiformes	Columbidés
Pigeon ramier	Common Wood Pigeon	<i>Columba palumbus</i>	Columbiformes	Columbidés
Tourterelle turque	Eurasian Collared Dove	<i>Streptopelia decaocto</i>	Columbiformes	Columbidés
Martin-pêcheur d'Europe	Common Kingfisher	<i>Alcedo atthis</i>	Coraciiformes	Alcedinidés

Faucon crécerelle	Common Kestrel	<i>Falco tinnunculus</i>	Falconiformes	Falconidés
Faucon hobereau	Eurasian Hobby	<i>Falco subbuteo</i>	Falconiformes	Falconidés
Caille des blés	Common Quail	<i>Coturnix coturnix</i>	Galliformes	Phasianidés
Espèces			Ordre	Famille
Faisan de Colchide	Common Pheasant	<i>Phasianus colchicus</i>	Galliformes	Phasianidés
Perdrix grise	Grey Partridge	<i>Perdix perdix</i>	Galliformes	Phasianidés
Perdrix rouge	Red-legged Partridge	<i>Alectoris rufa</i>	Galliformes	Phasianidés
Plongeon catmarin	Red-throated Loon	<i>Gavia stellata</i>	Gaviiformes	Gaviidés
Plongeon imbrin	Great Northern Loon	<i>Gavia immer</i>	Gaviiformes	Gaviidés
Grue cendrée	Common Crane	<i>Grus grus</i>	Gruiformes	Gruidés
Foulque macroule	Eurasian Coot	<i>Fulica atra</i>	Gruiformes	Rallidés
Gallinule poule-d'eau	Common Moorhen	<i>Gallinula chloropus</i>	Gruiformes	Rallidés
Râle d'eau	Water Rail	<i>Rallus aquaticus</i>	Gruiformes	Rallidés
Hypolaïs polyglotte	Melodious Warbler	<i>Hippolaïs polyglotta</i>	Passériformes	Acrocephalidés
Rousserolle effarvatte	Eurasian Reed Warbler	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Passériformes	Acrocephalidés
Mésange à longue queue	Long-tailed Tit	<i>Aegithalos caudatus</i>	Passériformes	Aegithalidés
Grimpeur	Treecreeper	<i>Certhia sp</i>	Passériformes	Certhidés
Choucas des tours	Western Jackdaw	<i>Coloelus monedula</i>	Passériformes	Corvidés
Corbeau freux	Rook	<i>Corvus frugilegus</i>	Passériformes	Corvidés
Corneille noire	Carrion Crow	<i>Corvus corone</i>	Passériformes	Corvidés
Geai des chênes	Eurasian Jay	<i>Garrulus glandarius</i>	Passériformes	Corvidés
Pie bavarde	Eurasian Magpie	<i>Pica pica</i>	Passériformes	Corvidés
Bruant jaune	Yellowhammer	<i>Emberiza citrinella</i>	Passériformes	Emberizidés
Bouvreuil pivoine	Eurasian Bullfinch	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Passériformes	Fringillidés
Pinson des arbres	Common Chaffinch	<i>Fringilla coelebs</i>	Passériformes	Fringillidés
Verdier d'Europe	European Greenfinch	<i>Chloris chloris</i>	Passériformes	Fringillidés
Hirondelle de fenêtre	Common House Martin	<i>Delichon urbicum</i>	Passériformes	Hirundinidés
Hirondelle rustique	Barn Swallow	<i>Hirundo rustica</i>	Passériformes	Hirundinidés
Locustelle lusciniôide	Savi's Warbler	<i>Locustella luscinioides</i>	Passériformes	Locustellidés
Bergeronnette grise	White Wagtail	<i>Motacilla alba</i>	Passériformes	Motacillidés
Gobemouche gris	Spotted Flycatcher	<i>Muscicapa striata</i>	Passériformes	Muscicapidés
Gobemouche noir	European Pied Flycatcher	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Passériformes	Muscicapidés
Rougegorge familier	European Robin	<i>Erithacus rubecula</i>	Passériformes	Muscicapidés
Rougequeue noir	Black Redstart	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Passériformes	Muscicapidés
Loriot d'Europe	Eurasian Golden Oriole	<i>Oriolus oriolus</i>	Passériformes	Oriolidés
Mésange bleue	Eurasian Blue Tit	<i>Parus caeruleus</i>	Passériformes	Paridés
Mésange charbonnière	Great Tit	<i>Parus major</i>	Passériformes	Paridés
Moineau domestique	House Sparrow	<i>Passer domesticus</i>	Passériformes	Passeridés
Accenteur mouchet	Dunnock	<i>Prunella modularis</i>	Passériformes	Prunellidés
Roitelet huppé	Goldcrest	<i>Regulus regulus</i>	Passériformes	Régulidés
Étourneau sansonnet	Common Starling	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passériformes	Sturnidés
Fauvette à tête noire	Eurasian Blackcap	<i>Sylvia atricapilla</i>	Passériformes	Sylviidés
Troglodyte mignon	Eurasian Wren	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Passériformes	Troglodytidés
Grive mauvis	Redwing	<i>Turdus iliacus</i>	Passériformes	Turdidés
Grive musicienne	Song Thrush	<i>Turdus philomelos</i>	Passériformes	Turdidés
Merle noir	Common Blackbird	<i>Turdus merula</i>	Passériformes	Turdidés
Grande Aigrette	Great Egret	<i>Ardea alba</i>	Pélécaniformes	Ardéidés
Héron cendré	Grey Heron	<i>Ardea cinerea</i>	Pélécaniformes	Ardéidés
Héron garde-boeufs	Western Cattle Egret	<i>Bubulcus ibis</i>	Pélécaniformes	Ardéidés
Héron pourpré	Purple Heron	<i>Ardea purpurea</i>	Pélécaniformes	Ardéidés
Ibis sacré	African Sacred Ibis	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	Pélécaniformes	Threskiornithidés
Spatule blanche	Eurasian Spoonbill	<i>Platalea leucorodia</i>	Pélécaniformes	Threskiornithidés
Flamant rose	Greater Flamingo	<i>Phoenicopterus roseus</i>	Phoenicoptériformes	Phoenicoptéridés
Pic épeiche	Great Spotter Woodpecker	<i>Dendrocopos major</i>	Piciformes	Picidés
Pic noir	Black Woodpecker	<i>Dryocopus martius</i>	Piciformes	Picidés
Pic vert	European Green Woodpecker	<i>Picus viridis</i>	Piciformes	Picidés
Grèbe à cou noir	Black-necked Grebe	<i>Podiceps nigricollis</i>	Podicipédiformes	Podicipédidés
Grèbe castagneux	Little Grebe	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Podicipédiformes	Podicipédidés
Grèbe esclavon	Horned Grebe	<i>Podiceps auritus</i>	Podicipédiformes	Podicipédidés

Grèbe huppé	Great-crested Grebe	<i>Podiceps cristatus</i>	Podicipédiformes	Podicipédidés
Océanite culblanc	Leach's Storm Petrel	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	Procellariiformes	Hydrobatidés
Fulmar	Northern Fulmar	<i>Fulmarus sp</i>	Procellariiformes	Procellariidés
Espèces			Ordre	Famille
Chevêche d'Athéna	Little Owl	<i>Athene noctua</i>	Strigiformes	Strigidés
Chouette hulotte	Tawny Owl	<i>Strix aluco</i>	Strigiformes	Strigidés
Grand-duc d'Europe	Eurasian Eagle-Owl	<i>Bubo bubo</i>	Strigiformes	Strigidés
Hibou moyen-duc	Long-eared Owl	<i>Asio otus</i>	Strigiformes	Strigidés
Effraie des clochers	Western Barn Owl	<i>Tyto alba</i>	Strigiformes	Tytonidés
Cormoran huppé	European Shag	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Suliformes	Phalacrocoracidés
Grand Cormoran	Great Cormorant	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Suliformes	Phalacrocoracidés
Fou de Bassan	Northern Gannet	<i>Morus bassanus</i>	Suliformes	Sulidés