

Étude crâniométrique d'un échantillon de chiens de races variées

Marine GUILLON*, Aurélia BORVON* et **, Chantal THORIN***, Éric BETTI*,
Astrid OLIER* et Claude GUINTARD*

RÉSUMÉ : Le Chien est l'espèce domestiquée la plus anciennement. La crâniométrie, composée de mesures sur le crâne et la mandibule standardisées par plusieurs auteurs, est un outil permettant de comparer le Chien aux autres Canidés ou les races de chiens entre elles. Le but de cette étude est de fournir un référentiel de valeurs pour des races peu étudiées jusqu'à maintenant en crâniométrie canine, de donner des éléments de comparaison entre les différentes races actuelles et de proposer un minimum de mesures crâniométriques suffisant à discriminer les types canins. L'étude expérimentale comporte 80 mesures réalisées sur 139 têtes osseuses de chiens répartis dans 46 races différentes. Dans la discussion, nous commentons les résultats et une proposition méthodologique visant à réduire de 80 à 17 le nombre de variables mesurées est avancée.

MOTS-CLÉS : canidé, chien, crâniométrie, race, typologie.

ABSTRACT: Craniometric study of a population of dogs from diverse breeds. The Dog is the oldest domesticated species. Craniometry, with standardized measurements on the skull and mandible, is a useful tool for comparing dogs and other Canids or even dog breeds themselves. This study aims to give reference data for breeds that had not been studied yet regarding the canine craniometry technique, to give comparison clues between the breeds that exist today and to offer a minimal sequence of measurements that makes discrimination between different types of dogs possible. The experimental study is described with 80 measurements for each of the 139 osseous heads available, coming from 46 breeds. In a last part, we offer a methodology reducing the measurements from 80 to 17.

KEYWORDS: canid, dog, craniometry, breed, typology.

INTRODUCTION

Le Chien est l'espèce domestique présentant le plus de variabilité. Les races sont très nombreuses, et il y a peu de similitudes entre le Bouledogue français et le Berger allemand par exemple. L'étude de la tête osseuse du Chien (crâne et face, mandibule comprise)¹ se développe depuis quelques dizaines d'années et apporte de nombreuses informations, notamment en analyse comparative (Betti 1990). La crâniométrie et plus généralement l'ostéométrie permet d'obtenir des données précises, reproductibles à l'aide de mesures bien définies, et peut être utilisée chez de nombreuses espèces (Betti *et al.* 2000, Guintard et Fouché 2008).

Nous avons pu disposer dans ce travail d'un échantillon important, collecté sur trois ans, de têtes osseuses de chiens de races connues, provenant de l'École Nationale Vétérinaire de Nantes (ONIRIS). Ainsi, nous nous proposons d'établir, à l'aide de la crâniométrie, une base de données rassemblant un maximum de races canines afin de permettre la comparaison ultérieure avec des têtes osseuses de race ou type non connu. Nous proposons également une réduction du nombre de mesures à réaliser de façon à avoir les informations essentielles plus simplement.

L'étude qui suit correspond aux résultats de la partie expérimentale de la thèse pour le diplôme d'État de Docteur Vétérinaire de M. Guillon (Guillon 2015).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Collections utilisées

L'échantillon d'étude appartient à la collection de l'Unité d'Anatomie Comparée de l'École Nationale Vétérinaire de Nantes (ONIRIS). Deux provenances sont distinguées :

* le service d'autopsie d'Oniris - École Vétérinaire de Nantes, fournissant les crânes et mandibules non utiles à des fins diagnostiques. Ces têtes osseuses sont récupérées et préparées comme suit : après avoir débarrassé les structures osseuses de la peau et des muscles et

1. Dans la suite, le terme « crâne » sera parfois utilisé au sens large pour signifier tête osseuse dans son ensemble.

* Unité d'Anatomie Comparée, École Nationale Vétérinaire, de l'Agroalimentaire et de l'Alimentation, Nantes Atlantique - ONIRIS, route de Gachet, CS 40706, 44307 Nantes Cedex 03, FRANCE, guillonmarine@hotmail.fr, eric.betti@oniris-nantes.fr, olierastrid@gmail.com, claud.guintard@oniris-nantes.fr

** UMR7041 ArScAn Équipe Archéologies Environnementales, Nanterre, 21, allée de l'Université, Maison de l'Archéologie René Ginouvès, 92000 Nanterre, FRANCE, aurelia.borvon@mae.u-paris10.fr

*** Statistique, Unité de Physiopathologie Animale et Pharmacologie Fonctionnelle, École Nationale Vétérinaire, de l'Agroalimentaire et de l'Alimentation, Nantes Atlantique - ONIRIS, route de Gachet, CS 40706, 44307 Nantes Cedex 03, FRANCE, chantal.thorin@oniris-nantes.fr

autres annexes, la finition est réalisée en faisant bouillir longuement les crânes et mandibules pour obtenir des os propres. Les têtes osseuses sont étiquetées avec un numéro unique suivi de l'année d'entrée dans la collection d'Anatomie de la tête (exemple : chien 1-2013, première tête osseuse, récupérée en 2013). Sauf exception, la race de l'animal, son sexe et son âge sont connus. Des animaux adultes sont choisis pour ne pas faire intervenir le facteur croissance, et des animaux des deux sexes sont sélectionnés indifféremment.

* la collection de l'Unité d'Anatomie Comparée, qui a pu fournir des crânes et mandibules présents dans la collection avant 2013 sans précision de date. Ces têtes osseuses, moins nombreuses, sont représentées chacune par une lettre (exemple : chien A). La race est dans la majorité des cas connue, mais ni le sexe ni l'âge des animaux ne sont répertoriés la plupart du temps.

La liste exhaustive des têtes osseuses sur lesquelles les mesures ont été réalisées, avec les particularités détaillées de chacune, est disponible dans la thèse de Guillon (2015).

Présentation des mesures

Les mesures ont toutes été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse électronique avec une précision de 0,01 mm. La mesure n°6 sur le crâne est présentée pour conserver la logique de la numérotation mais n'a pas été réalisée par manque de matériel adéquat (compas courbe).

Ces mesures sont référencées dans la littérature dans les travaux d'A. von den Driesch (1976) et ont été utilisées dans beaucoup de travaux de crâniométrie canine. Afin de pouvoir comparer les résultats de nos travaux aux autres, nous avons conservé ces mesures telles quelles.

Légende et définition des points osseux (d'après A. von den Driesch, 1976)

Crâne :

* As - Astérion : point de rencontre des sutures lambdoïde, occipito-temporale et pariéto-temporale, situé à mi-course de la crête nuchale, entre le processus occipital externe et le processus mastoïde.

* Ba - Basion : point médian du bord ventral et rostral du *Foramen magnum* de l'occipital.

* Br - Bregma : point de rencontre de la suture sagittale (« interpariétale ») et de la suture coronale (« fronto-pariétale ») soit le point médian de la suture fronto-pariétale.

* Ect - Ectorbital : point le plus latéral de l'os frontal, à l'extrémité du processus zygomatique, au bord caudal de l'orbite osseuse.

* Ent - Entorbital : échancrure naso-médiale de l'orbite, correspondant à l'angle interne de l'œil.

* Eu - Euryon : point le plus latéral de la paroi crânienne (sur le pariétal ou à la suture pariéto-temporale).

* F - Frontal (centre du) : point central de l'os frontal, à l'intersection de la ligne joignant les ectorbitaux droit et gauche et la ligne médiane.

* Io - Infraorbital : point dorso-caudal du foramen infraorbitaire.

* In - Inion : point le plus caudal du crâne, porté par la protubérance occipitale externe.

* Na - Nasion : point médian de la suture fronto-nasale.

* Op - Opisthion : point médian du bord dorsal du *Foramen magnum*.

* Ot - Otion : point le plus latéral du processus mastoïde, situé dorsalement au pore acoustique externe.

* Po - Palatinooral : point médian de la suture palato-maxillaire.

* Pnr - Point nasal rostral: extrémité rostrale de la suture internasale.

* Pae - Pore acoustique externe : centre géométrique de l'ouverture extérieure du méat acoustique externe.

* Pr - Prosthion : point médian de la ligne joignant les extrémités rostrales de l'os incisif.

* Rh - Rhinion : point médian de la ligne joignant les extrémités rostrales des os nasaux.

* St - Staphylon : point le plus caudal et médian de la lame horizontale des os palatins.

* S - Synsphénion : point médian de la suture entre le basisphénoïde et le présphénoïde.

* Zy - Zygon : point le plus latéral de l'arcade zygomatique.

Mandibule :

* Co - Coronion : point le plus dorsal du processus coronoïde.

* Id - Infradental : point médian le plus rostral de la mandibule, situé à l'avant de l'articulation intermandibulaire.

Repères osseux et mesures associées utilisées

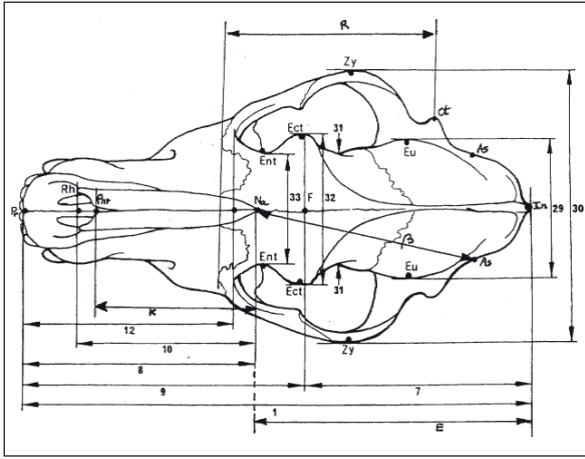


Fig. 1- Crâne de Chien en vue dorsale et mesures associées d'après A. von den Driesch (1976).

Fig. 2 - Crâne de Chien en vue ventrale et mesures associées d'après A. von den Driesch (1976).

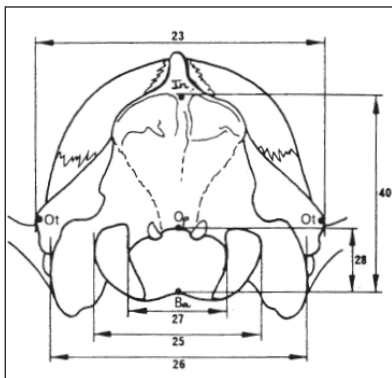
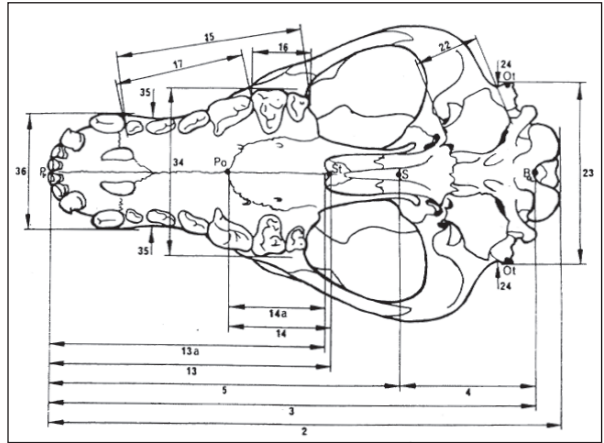


Fig. 3 - Crâne de Chien en vue nuchale et mesures associées d'après A. von den Driesch (1976).

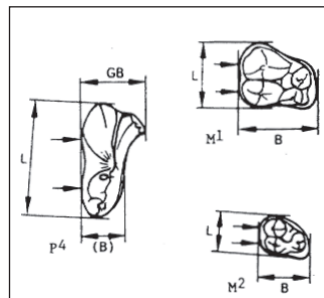


Fig. 4 - Molaires supérieures en face occlusale : longueur (L) et largeur (B) [mesures 18, 18a, 20, 20a, 21 et 21a] d'après A. von den Driesch (1976).

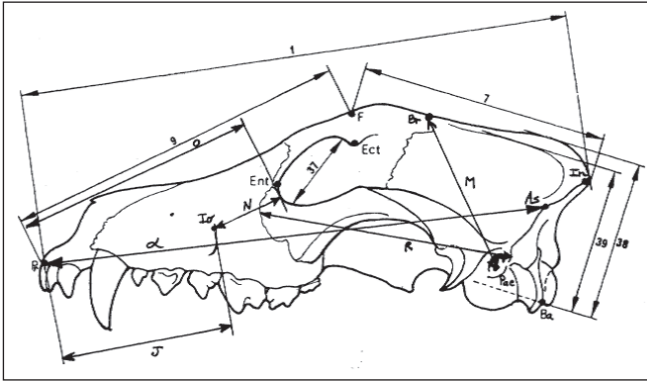


Fig. 5 – Crâne de Chien en vue latérale gauche et mesures associées d'après A. von den Driesch (1976).

Fig. 6 – Mandibule de Chien en vue latérale gauche et mesures associées d'après A. von den Driesch (1976).

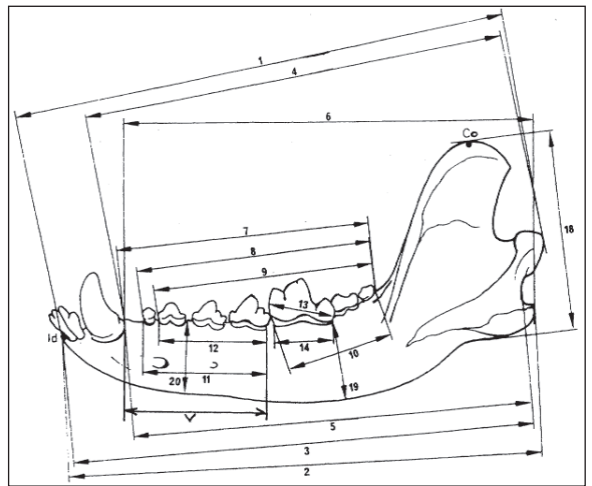


Fig. 7 – Mandibule de Chien en vue dorsale (mesure S) d'après A. von den Driesch (1976).

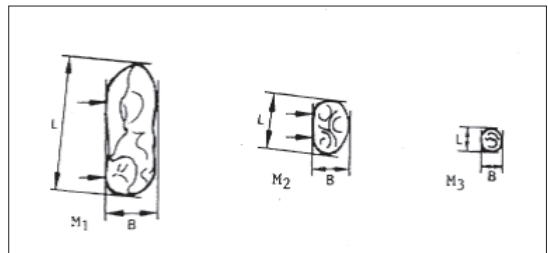
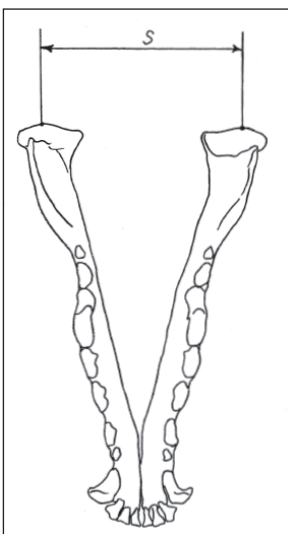


Fig. 8 – Molaires inférieures en face occlusale, longueur (L) et largeur (B) [mesures 13, 15, 16] d'après A. von den Driesch (1976).

Légende et définition des mesures :

Crâne :

- 1 - Longueur totale de la tête : prosthion – inion.
- 2 - Longueur condylo-basale : prosthion – extrémité caudale des condyles occipitaux.
- 3 - Longueur basale de la tête : prosthion – basion.
- 4 - Axe basicrânial : basion – synsphénion.
- 5 - Axe basifacial : prosthion – synsphénion.
- 6 - Longueur du neurocrâne : basion – nasion (NOTE : cette mesure a été conservée dans la liste pour des soucis de numérotation mais n'a pas été réalisée par manque de matériel adéquat, c'est-à-dire un compas courbe).
- 7 - Longueur supérieure du neurocrâne : inion – centre du frontal.
- 8 - Longueur de la face : prosthion – nasion.
- 9 - Longueur faciale : prosthion – centre du frontal.
- 10 - Plus grande longueur des os nasaux : nasion – rhinion.
- 11 - Longueur de la cavité crânienne : mesure prise si la lame criblée de l'ethmoïde est conservée, en introduisant la fine réglette du pied à coulisse dans le *Foramen magnum* jusqu'à ce que son extrémité atteigne la lame criblée de l'ethmoïde : on relève alors la mesure au niveau du basion.
- 12 - Longueur du museau : prosthion – point médian de la ligne joignant les bords rostraux des orbites.
- 13 - Longueur médiane du palais : prosthion – staphylion.
- 13a - Longueur du palais : prosthion – point médian de la ligne joignant les échancrures les plus profondes des choanes.
- 14 - Longueur de la partie horizontale du palais : staphylion – palatinooral.
- 14a - Longueur de la partie horizontale du palais correspondant à la mesure 13a.
- 15 - Longueur du processus alvéolaire du maxillaire portant les dents jugales (mesurée le long des alvéoles sur la face buccale).
- 16 - Longueur du processus alvéolaire du maxillaire portant les molaires (mesurée le long des alvéoles sur la face buccale).
- 17 - Longueur du processus alvéolaire du maxillaire portant les prémolaires (mesurée le long des alvéoles sur la face buccale).
- 18 - Longueur de la carnassière, mesurée au cingulum.
- 18a - Largeur maximale de la carnassière.
- 19 - Longueur de l'alvéole de la carnassière.
- 20 - Longueur de M1, mesurée au cingulum (M1 = première molaire).
- 20' - Largeur de M1, mesurée au cingulum.
- 21 - Longueur de M2, mesurée au cingulum (M2 = deuxième molaire).
- 21' - Largeur de M2, mesurée au cingulum.
- 22 - Diamètre maximal de la bulle tympanique : il est mesuré depuis le point le plus caudal de la bulle tympanique, sur la suture avec le processus jugulaire, jusqu'à l'ouverture externe du canal carotidien.
- 23 - Largeur mastoïdienne maximale : otion – otion.
- 24 - Largeur prise dorsalement au pore acoustique externe.
- 25 - Largeur maximale entre les condyles occipitaux.
- 26 - Largeur maximale à la base des processus jugulaires.
- 27 - Largeur maximale du *Foramen magnum*.
- 28 - Hauteur du *Foramen magnum* : basion – opisthion.
- 29 - Largeur maximale du neurocrâne : euryon – euryon.
- 30 - Largeur bizygomatique : zygon – zygon.
- 31 - Largeur minimale du crâne : largeur au niveau de la constriction postorbitaire.
- 32 - Largeur frontale : ectorbital – ectorbital.
- 33 - Largeur minimale entre les orbites : entorbital – entorbital.
- 34 - Largeur maximale du palais : mesurée entre les bords vestibulaires des alvéoles de M1.
- 35 - Largeur minimale du palais : mesurée derrière P1 (P1 = première prémolaire).
- 36 - Largeur mesurée entre les bords vestibulaires des alvéoles des canines.

37 - Hauteur maximale de l'intérieur de l'orbite.

38 - Hauteur du crâne : on place une extrémité du pied à coulisse sur la base du crâne (basiocipital) et l'autre extrémité dorsalement sur le point le plus haut de la crête sagittale externe.

39 - Hauteur du crâne compte non-tenu de la crête sagittale externe : on positionne le pied à coulisse comme pour la mesure 38, à la différence que son extrémité supérieure est placée à côté de la crête sagittale externe, sur le point le plus haut de la boîte crânienne.

40 - Hauteur du triangle occipital : basion – inion.

α - Longueur de la tête compte non-tenu de la protubérance occipitale externe (POE) : prosthion - astérion.

E - Longueur crânienne : nasion – inion.

β - Longueur crânienne compte non-tenu de la protubérance occipitale externe : nasion – astérion.

J - Longueur du museau : prosthion – infraorbital.

K - Longueur nasale : point nasal rostral – nasion.

M - Hauteur du crâne : pore acoustique externe – bregma.

N - Distance orbito-infraorbitaire : infraorbital – bord rostro-ventral de l'orbite.

O - Distance orbito-incisive : prosthion – bord rostro-ventral de l'orbite.

R - Longueur zygomatique : otion – point le plus rostral de la suture zygomatoco-maxillaire.

Mandibule :

1 - Longueur totale de la mandibule : infradental – processus condyloaire.

2 - Longueur prise entre l'infradental et le processus angulaire.

3 - Longueur prise depuis l'échancrure située entre les processus condyloaire et angulaire et l'infradental.

4 - Longueur prise entre le processus condyloaire et le bord caudal de l'alvéole de la canine.

5 - Longueur prise depuis l'échancrure entre les processus condyloaire et angulaire et le bord caudal de l'alvéole de la canine.

6 - Longueur prise entre le processus angulaire et le bord caudal de l'alvéole de la canine.

7 - Longueur prise entre le bord caudal de l'alvéole de M3 et le bord caudal de l'alvéole de la canine.

8 - Longueur de la partie du processus alvéolaire des dents jugales P1-M3, mesurée le long des alvéoles.

9 - Longueur du processus alvéolaire des dents jugales P2-M3, mesurée le long des alvéoles.

10 - Longueur du processus alvéolaire des molaires, mesurée le long des alvéoles.

11 - Longueur du processus alvéolaire des prémolaires P1-P4, mesurée le long des alvéoles.

12 - Longueur du processus alvéolaire des dents jugales P2-P4, mesurée le long des alvéoles.

13 - Longueur de la carnassière, mesurée au cingulum.

13' - Largeur de la carnassière, mesurée au cingulum.

14 - Longueur de l'alvéole de la carnassière.

15 - Longueur de M2, mesurée au cingulum.

15' - Largeur de M2, mesurée au cingulum.

16 - Longueur de M3, mesurée au cingulum.

16' - Largeur de M3, mesurée au cingulum.

17 - Epaisseur maximale du corps de la mandibule (au-dessous de M1).

18 - Hauteur de la branche de la mandibule : coronion – point basal du processus angulaire

19 - Hauteur mandibulaire en arrière de M1, mesurée sur la face linguale et perpendiculairement au bord basal.

20 - Hauteur mandibulaire entre P2 et P3, mesurée sur la face linguale et perpendiculairement au bord basal.

S- Largeur intercondyloaire : entre les points les plus caudaux des condyles mandibulaires.

V- Longueur de la partie du processus alvéolaire de la mandibule portant les prémolaires : mesuré entre le bord distal de l'alvéole de la canine et le bord distal de l'alvéole de P4.

Définition des indices céphalométriques calculés

Pour l'analyse univariée et pouvoir comparer les races entre elles, nous avons besoin de rapports car la variabilité individuelle est trop grande. Ces rapports et indices ont été définis par Lignereux *et al.* (1991 et 1992). Ils sont au nombre de 18 :

10 : Indice crânien 1 : 29/E. **11** : Indice crânien 2 : 29/ β . **12** : Rapport crânien : 29/M. **13** : Rapport crânio-facial 1 : E/8. **14** : Rapport crânio-facial 2 : β /8. **15** : Rapport crânio-facial 3 : E/K. **16** : Rapport crânio-facial 4 : β /K. **17** : Indice zygomatique : 30/R. **18** : Indice mandibulaire : S/1 (mandibule). **1** : Indice céphalique total : 30/1.

2 : Indice céphalique basal : 30/3. **3** : Indice céphalique sans la POE : 30/ α . **4** : Indice du museau : 36/J. **5** : Indice facial supérieur : 34/K. **6** : Indice palatin : 34/13. **7** : Rapport palato-basal : 13/3. **8** : Rapport palato-palatin : 14/13. **9** : Rapport orbito-facial : N/O.

Toutes les mesures référencées dans ces indices sont celles du crâne (le préfixe Cr sera ultérieurement utilisé pour le crâne et Md pour la mandibule afin d'éviter les confusions), sauf pour l'indice 18.

Méthode : analyse statistique

Pour cela, les crânes ont d'abord été regroupés par race, et ces races rangées en 3 séries afin de simplifier et rendre plus lisible l'étude des données : Série 1 : chiens dolichocéphales. Série 2 : chiens brachycéphales. Série 3 : chiens mésocéphales.

Le type dolichocéphale correspond à un chien dont la tête est plus de deux fois plus longue que large, comme les lévriers. Le type brachycéphale est un chien dont la tête est plus large que longue, comme les bouledogues. Le type mésocéphale n'appartient à aucune de ces deux catégories et est donc intermédiaire, comprenant la majorité des chiens, par exemple les bergers (Barone 1986).

Les races ont été réparties dans les différents types avec les données de la littérature, le temps manquant pour essayer d'établir des limites chiffrées précises entre ces types canins.

Cette analyse a été menée en deux étapes :

- une analyse bivariée de la moyenne arithmétique des indices céphalométriques et de leur écart-type en fonction de chaque race puis de chaque type.

- une Analyse en Composantes Principales (ACP), réalisée à l'aide du logiciel R 3.0.1 ® sur les différentes variables, comprenant tous les individus de race connue, pour permettre la caractérisation des différents types de crânes et mandibules pour toutes les mesures simultanément.

Le préfixe « Cr » a été rajouté devant les mesures concernant la face et le crâne et « Md » pour la mandibule pour des raisons de compatibilité avec R (besoin de variables qualitatives contenant des lettres). Les mesures Cr1, Cr3, Cr8, Cr13, Cr14, Cr29, Cr30, Cr34, Cr36, Cr, CrE, Cr, CrK, Md1, Md17, Md18, Md19, Md20 ont été intégrées comme variables actives et le type (brachycéphale, dolichocéphale, mésocéphale) a été intégré comme variable supplémentaire. En effet, les races étant trop nombreuses, les graphes obtenus sont plus interprétables en travaillant avec les types.

L'inertie portée par le premier plan factoriel s'élève à 85% de l'inertie totale, ce qui représente un bon niveau de fiabilité de l'étude (supérieur à 80%).

Résultats :

Pour l'analyse bivariée, la moyenne et l'écart-type sont présentés sous forme de tableaux (tableaux 1 à 3-2). Les graphiques de la moyenne de chaque indice céphalométrique en fonction de la race sont illustrés sur les figures 9 à 12. Les races sont rassemblées en trois graphes synthétiques (par série donc par type) pour ne pas surcharger l'étude.

Pour l'analyse multivariée, les résultats sont présentés sous la forme de trois graphiques engendrés par l'ACP (figures 13 à 15) : le cercle des corrélations, à partir de la matrice des corrélations, avec une représentation des variables selon les axes 1 et 2 ; le plan factoriel représentant tous les individus, sous la forme d'un nuage de points ; enfin, le plan factoriel représentant les ellipses de confiance à 95% des trois types (brachycéphale, dolichocéphale et mésocéphale).

Analyses uni et bivariable

Nous présentons ci-dessous les tableaux avec les valeurs de moyennes des indices céphalométriques et les écarts-types, lorsqu'il y en a, sont indiqués en-dessous.

La légende suivante est appliquée : --- donnée non calculable, [0.01] : écart-type.

Suivent les représentations graphiques, avec une explication des résultats pour chaque type de race.

Tableau 1 – Moyennes et écarts-types des indices céphalométriques des races dolichocéphales (série 1).

indice n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Berger des S.	0,50	0,57	0,54	0,49	0,96	0,59	0,59	0,34
Teckel	0,51 [0,00]	0,62 [0,02]	0,58 [0,02]	0,59 [0,05]	1,04 [0,21]	0,63 [0,05]	0,61 [0,02]	0,35 [0,02]
Doberman	0,47	0,52	0,51	0,52	0,92	0,60	0,55	0,32
Lévrier galgo	0,46	0,51 [0,01]	0,50	0,47 [0,05]	0,74 [0,02]	0,54	0,57	0,36
Colley	0,46 [0,02]	0,52 [0,03]	0,49 [0,03]	0,48 [0,02]	0,78 [0,08]	0,57 [0,05]	0,57 [0,02]	0,31 [0,01]

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,28	0,50	0,52	0,81	1,10	1,07	1,71	1,66	1,09	0,39
0,26 [0,01]	0,58 [0,02]	0,66 [0,06]	0,86 [0,08]	1,11 [0,19]	0,98 [0,22]	1,74 [0,45]	1,55 [0,48]	1,16 [0,05]	0,47 [0,08]
0,29	0,43	0,48	0,60	1,09	0,98	1,70	1,53	0,96	0,42
0,28 [0,02]	0,47	0,52	0,65	1,02	0,92	1,47	1,32	1,00 [0,00]	0,42 [0,03]
0,30 [0,02]	0,53 [0,01]	0,57 [0,01]	0,75 [0,02]	0,94 [0,06]	0,87 [0,05]	1,39 [0,13]	1,28 [0,11]	0,98 [0,03]	0,43 [0,03]

Tableau 2 – Moyennes et écarts-types des indices céphalométriques des races brachycéphales (série 2).

indice n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Lhassa Apso	0,65	0,76	0,72	0,80 [0,08]	1,73 [0,01]	0,88 [0,02]	0,56	0,34 [0,02]
Carlin	---	1,13	---	1,25	---	1,34	0,56	0,31
Boxer	0,69 [0,06]	0,80 [0,08]	0,78 [0,08]	0,93 [0,13]	1,92 [0,50]	1,01 [0,17]	0,52 [0,03]	0,34 [0,03]
Shi-tzu	---	---	---	1,21	---	---	0,55	0,35
Bulldog	0,73 [0,29]	0,89 [0,40]	0,83 [0,34]	1,07 [0,59]	1,78 [1,05]	1,24	0,60	0,40

Bouledogue français	0,91 [0,03]	1,04 [0,03]	0,97 [0,06]	1,23 [0,09]	2,59 [0,50]	1,10 [0,12]	0,57 [0,02]	0,37 [0,01]
Dogue de B.	0,76	0,85	0,83	0,98	2,02	0,81	0,56	0,44
Pékinois	0,98	---	1,07	1,24	---	---	---	---

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,20 [0,04]	0,66	0,75	0,90	1,33	1,19	2,46	2,19	1,35	0,55 [0,03]
0,14	---	---	---	---	---	---	---	1,48	---
0,21 [0,03]	0,4 [0,05]	0,57 [0,06]	0,67 [0,07]	1,41 [0,24]	1,20 [0,17]	2,63 [0,70]	2,24 [0,53]	1,31 [0,07]	0,53 [0,05]
0,15	0,74 [0,06]	0,81 [0,09]	0,90 [0,04]	1,72	1,52	2,33 [0,88]	2,10 [0,73]	---	0,59
0,23 [0,06]	0,65 [0,16]	0,72 [0,17]	0,83 [0,16]	1,38 [0,46]	1,24 [0,43]	2,27 [0,87]	2,05 [0,82]	1,33 [0,35]	0,55 [0,10]
0,16 [0,00]	0,72 [0,01]	0,77 [0,03]	0,88 [0,02]	1,78 [0,27]	1,67 [0,24]	3,41 [0,48]	3,19 [0,35]	1,53 [0,10]	0,70 [0,12]
0,26	0,53	0,59	0,66	1,45	1,31	2,98	2,69	1,35	0,61
0,10	0,85	0,87	0,96	2,90	2,83	---	---	1,46	0,73

Tableau 3-1 – Moyennes et écarts-types des indices céphalométriques des races mésocéphales (série 3 - 1^{re} partie).

indice n°	1	2	3	4	5	6	7	8	
Rottweiler	0,56 [0,02]	0,64 [0,00]	0,61 [0,02]	0,70 [0,06]	1,51 [0,45]	0,70 [0,05]	0,58 [0,01]	0,37 [0,03]	
Epagneul	0,56 [0,02]	0,63 [0,02]	0,61 [0,02]	0,62 [0,04]	1,11 [0,07]	0,68 [0,03]	0,57 [0,01]	0,36 [0,06]	
Labrador Retriever	0,51 [0,03]	0,60 [0,03]	0,56 [0,04]	0,60 [0,04]	0,99 [0,11]	0,62 [0,03]	0,53 [0,01]	0,34 [0,05]	
Yorkshire Terrier	0,64 [0,02]	0,71 [0,03]	0,67 [0,02]	0,64 [0,03]	1,35 [0,12]	0,79 [0,02]	0,57 [0,01]	0,33 [0,00]	
Bichon	0,61 [0,00]	0,68 [0,01]	0,65 [0,02]	0,60 [0,02]	1,27 [0,06]	0,72 [0,03]	0,56 [0,02]	0,32 [0,02]	
Caniche	0,57 [0,02]	0,63 [0,02]	0,62 [0,03]	0,63 [0,04]	1,13 [0,04]	0,70 [0,05]	0,57 [0,01]	0,33 [0,02]	
West Highland White Terrier	0,59 [0,00]	0,68 [0,01]	0,65 [0,02]	0,67 [0,03]	1,10 [0,10]	0,79 [0,02]	0,55 [0,01]	0,33 [0,06]	
Griffon	0,57	0,61	0,62	0,57 [0,02]	1,08 [0,09]	0,66 [0,03]	0,55	0,35 [0,01]	
Border Collie	0,57 [0,03]	0,63 [0,04]	0,63 [0,02]	0,58 [0,02]	1,12 [0,14]	0,66 [0,05]	0,56 [0,01]	0,34 [0,02]	
Malinois	0,54 [0,00]	0,60 [0,02]	0,60 [0,01]	0,61 [0,02]	1,02 [0,07]	0,65 [0,02]	0,57 [0,02]	0,36 [0,02]	
Cavalier K. C.	0,73	0,84	0,81	0,94	1,71	0,93	0,54	0,38	
Leonberg	---	0,58	---	0,64	1,02	0,64	0,54	0,35	
Husky	0,54	0,59	0,60	0,60	0,85	0,62	0,52	0,32	
Dogue all.	---	---	---	0,67	1,05	0,68	---	0,34	
Beauceron	0,55 [0,02]	0,63 [0,04]	0,61 [0,02]	0,65 [0,06]	1,11 [0,01]	0,70 [0,05]	0,58 [0,01]	0,35 [0,01]	
American Staffordshire	0,65 [0,03]	0,75 [0,03]	0,72 [0,03]	0,74 [0,02]	1,26 [0,04]	0,79 [0,01]	0,57 [0,00]	0,34 [0,02]	
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,25 [0,01]	0,46 [0,12]	0,51 [0,13]	0,70 [0,01]	1,39 [0,51]	1,24 [0,45]	2,65 [1,52]	2,37 [1,36]	1,20 [0,05]	0,44 [0,04]
0,24 [0,03]	0,58 [0,05]	0,64 [0,04]	0,78 [0,05]	1,11 [0,09]	1,01 [0,08]	1,74 [0,16]	1,58 [0,13]	1,15 [0,07]	0,50 [0,06]
0,25 [0,02]	0,47 [0,04]	0,53 [0,04]	0,66 [0,04]	1,00 [0,13]	0,90 [0,12]	1,59 [0,28]	1,42 [0,26]	1,08 [0,05]	0,44 [0,05]
0,19 [0,03]	0,70 [0,11]	0,74 [0,11]	0,98 [0,28]	1,17 [0,09]	1,11 [0,09]	1,95 [0,18]	1,85 [0,18]	1,24 [0,02]	0,56 [0,06]
0,19 [0,01]	0,76 [0,07]	0,81 [0,07]	0,93 [0,06]	1,23 [0,01]	1,16 [0,06]	2,45 [0,91]	2,27 [0,72]	1,16 [0,07]	0,52
0,22 [0,01]	0,70 [0,07]	0,75 [0,07]	0,90 [0,05]	1,13 [0,08]	1,05 [0,09]	2,03 [0,73]	1,87 [0,61]	1,13 [0,03]	0,53 [0,06]
0,24 [0,04]	0,66 [0,06]	0,72 [0,02]	0,93 [0,11]	1,09 [0,14]	1,00 [0,06]	1,65 [0,19]	1,51 [0,08]	1,19 [0,11]	0,52 [0,01]
0,26 [0,00]	0,52	0,57	0,69	1,14	1,04	1,77	1,63	1,18	0,45
0,26 [0,01]	0,58 [0,12]	0,65 [0,12]	0,83 [0,14]	1,18 [0,06]	1,04 [0,06]	1,88 [0,24]	1,66 [0,19]	1,18 [0,06]	0,48 [0,07]
0,27 [0,01]	0,49 [0,00]	0,57 [0,02]	0,76 [0,00]	1,09 [0,05]	0,94 [0,08]	1,73 [0,04]	1,50 [0,09]	1,10 [0,01]	0,48 [0,04]
0,17	0,65	0,82	0,88	1,55	1,23	2,68	2,12	1,23	0,65
0,25	---	---	---	---	---	---	---	1,08	0,41
0,29	0,49	0,57	0,76	1,01	0,88	1,56	1,35	1,10	0,46
0,28	---	---	---	---	---	---	---	---	0,56
0,26 [0,01]	0,48 [0,01]	0,56 [0,00]	0,72 [0,05]	1,14 [0,01]	0,99 [0,02]	1,81 [0,07]	1,57 [0,02]	1,17 [0,07]	0,47 [0,02]
0,23 [0,01]	0,56 [0,02]	0,63 [0,02]	0,71 [0,00]	1,06 [0,12]	0,94 [0,10]	1,71 [0,19]	1,52 [0,16]	1,29 [0,05]	0,48 [0,03]

Tableau 3-2 – Moyennes et écarts-types des indices céphalométriques des races mésocéphales (série 3-2^{ème} partie).

indice n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Golden Retriever	0,53 [0,01]	0,60 [0,01]	0,58 [0,03]	0,61 [0,02]	0,94 [0,08]	0,64 [0,02]	0,58 [0,01]	0,36 [0,02]
Berger australien	---	0,58 [0,02]	---	0,64 [0,02]	0,97 [0,09]	0,63 [0,04]	0,58 [0,01]	0,37 [0,02]
Berger allemand	0,49 [0,02]	0,58 [0,05]	0,54 [0,01]	0,64 [0,07]	1,01 [0,10]	0,62 [0,04]	0,58 [0,01]	0,37 [0,01]
Beagle	0,55 [0,02]	0,62 [0,02]	0,60 [0,02]	0,64 [0,04]	1,06 [0,11]	0,68 [0,03]	0,57 [0,01]	0,35 [0,02]
Chihuahua	0,66 [0,03]	0,75 [0,04]	0,70 [0,03]	0,67 [0,08]	1,56 [0,44]	0,85 [0,06]	0,56 [0,00]	0,32 [0,01]
Ratier	0,57 [0,03]	0,63 [0,04]	0,61 [0,04]	0,58 [0,01]	1,09 [0,02]	0,69 [0,03]	0,56 [0,00]	0,32 [0,02]
Fox Terrier	0,58	0,63	0,61	0,68	1,14	0,73	0,57	0,37
Bearded Collie	---	0,61	---	0,64	0,97	0,64	0,58	0,37
Braque de Weimar	0,53 [0,02]	0,61 [0,02]	0,58 [0,01]	0,59 [0,03]	0,97 [0,14]	0,62 [0,01]	0,59 [0,02]	0,35 [0,03]
Pinscher	0,64	0,69	0,67	0,62	1,21	0,70	0,57	0,51
Cane Corso	0,61	0,68	0,68	0,68	1,24	0,70	0,58	0,37
Montagne P.	0,53	0,61	0,59	0,68	0,87	0,62	0,55	0,36
Terre-Neuve	0,53	0,60	0,57	0,66	0,95	---	---	---
Coton de T.	0,69	0,82	0,75	0,80	1,44	0,85	0,55	0,35
Cocker	0,54 [0,05]	0,62 [0,04]	0,58 [0,05]	0,63 [0,01]	1,10 [0,11]	0,66 [0,03]	0,59 [0,01]	0,34 [0,02]
Dalmatien	0,55 [0,01]	0,63 [0,00]	0,61 [0,01]	1,15 [0,77]	1,03 [0,02]	0,64	0,58	0,38
Jack Russel Terrier	0,58 [0,00]	0,66 [0,00]	0,63 [0,00]	0,59 [0,00]	1,02 [0,03]	0,70 [0,00]	0,56 [0,02]	0,33 [0,01]

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,27 [0,02]	0,51 [0,04]	0,60 [0,04]	0,73 [0,05]	1,02 [0,08]	0,88 [0,05]	1,53 [0,12]	1,31 [0,10]	1,12 [0,03]	0,47 [0,07]
0,26 [0,00]	---	---	---	---	---	---	---	1,03 [0,09]	0,47 [0,09]
0,26 [0,01]	0,42 [0,03]	0,49 [0,04]	0,66 [0,03]	1,17 [0,12]	1,02 [0,08]	1,89 [0,22]	1,65 [0,18]	1,06 [0,09]	0,43 [0,03]
0,25 [0,02]	0,60 [0,05]	0,66 [0,05]	0,80 [0,07]	1,04 [0,11]	0,95 [0,09]	1,63 [0,20]	1,48 [0,17]	1,13 [0,09]	0,52 [0,03]
0,18 [0,06]	0,76 [0,04]	0,79 [0,05]	0,95 [0,07]	1,48 [0,40]	1,40 [0,37]	2,43 [0,87]	2,31 [0,81]	1,22 [0,03]	0,58 [0,06]
0,24 [0,02]	0,63 [0,03]	0,68 [0,02]	0,85 [0,03]	1,13 [0,01]	1,04 [0,00]	1,74 [0,01]	1,61 [0,01]	1,14 [0,04]	0,57 [0,06]
0,23	0,60	0,66	0,79	1,02	0,93	1,57	1,44	1,13	0,44
0,29	---	---	---	---	---	---	---	---	0,54
0,27 [0,02]	0,48 [0,02]	0,54 [0,03]	0,71 [0,11]	1,12 [0,09]	1,01 [0,07]	1,78 [0,27]	1,60 [0,23]	1,09 [0,04]	0,49 [0,07]
0,20	0,72	0,77	0,94	1,23	1,15	1,89	1,77	1,20	0,58
0,27	0,51	0,59	0,68	1,10	0,95	1,82	1,58	1,24	0,49
0,28	0,46	0,51	0,57	1,04	0,94	1,56	1,40	1,08	0,42
0,27	0,50	0,55	0,64	0,99	0,89	1,54	1,39	1,07	0,47
0,20	0,66	0,71	0,80	1,26	1,16	2,16	1,99	1,32	0,62
0,26 [0,01]	0,56 [0,02]	0,62 [0,04]	0,78 [0,07]	1,13 [0,08]	1,02 [0,08]	1,80 [0,20]	1,62 [0,18]	1,15 [0,11]	0,48 [0,04]
0,26 [0,02]	0,53 [0,02]	0,60 [0,02]	0,70 [0,01]	1,03 [0,01]	0,90 [0,02]	1,63 [0,11]	1,43 [0,11]	1,12 [0,00]	0,47 [0,02]
0,25 [0,02]	0,66 [0,13]	0,73 [0,12]	0,86 [0,11]	1,04 [0,06]	0,94 [0,03]	1,57 [0,06]	1,42 [0,01]	1,19 [0,01]	0,47 [0,04]

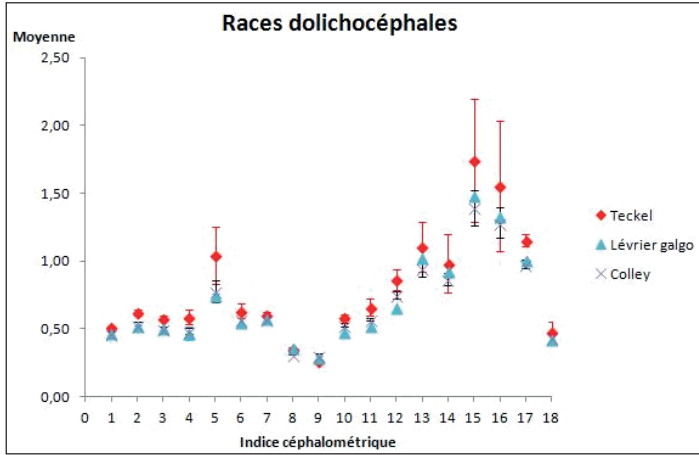
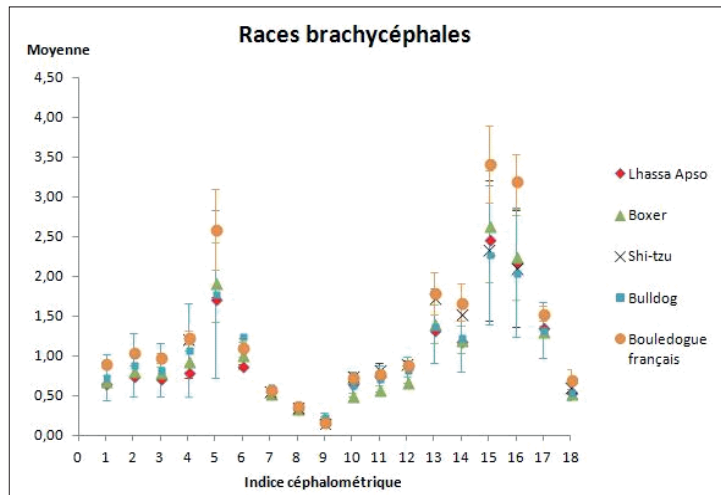


Fig. 9 – Moyennes d'indices céphalométriques avec représentation des écarts-types chez les races dolichocéphales.

Pour les races dolichocéphales, les écarts-types se chevauchent, sauf pour le Teckel vis-à-vis des deux autres races pour l'indice 17 (indice zygomatique). Des différences de valeurs peuvent toutefois être notées pour les indices 5, 15 et 16 en particulier. Cependant, cette catégorie ne comprenant que trois races avec des effectifs réduits à 2 ou 3 individus à chaque fois, il convient d'être circonspect quant aux résultats obtenus.

Fig. 10 – Moyennes d'indices céphalométriques avec représentation des écarts-types chez les races brachycéphales.



Pour les races brachycéphales, il existe des différences statistiquement significatives, notamment entre le Bouledogue français et les autres races, le premier ayant globalement des valeurs d'indices plus élevées. Cela peut s'expliquer par le fait que le Bouledogue français est la race de ce type à présenter le plus d'exagérations morphologiques dues à son extrême sélection actuelle. Les indices pour lesquels la valeur varie le plus sont les indices 5, 15 et 16.

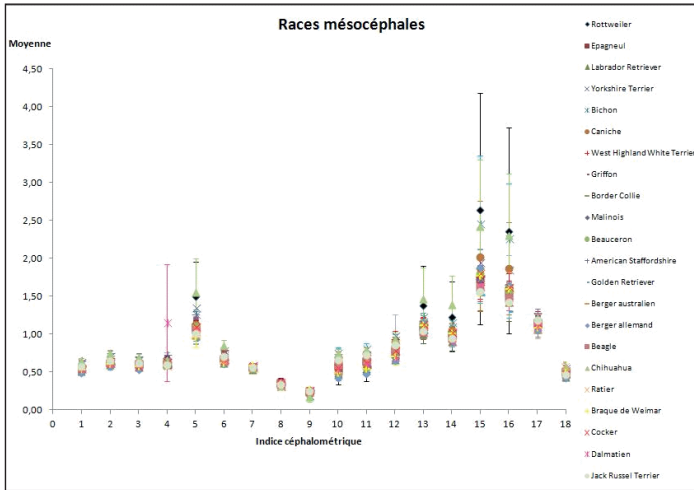


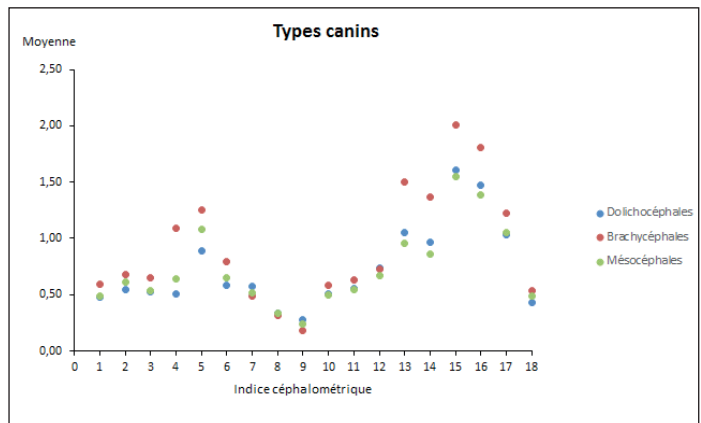
Fig. 11 – Moyennes d'indices céphalométriques avec représentation des écarts-types chez les races mésocéphales.

Pour les races mésocéphales, très peu de variations sont observées si l'on rapporte au nombre de races de cette catégorie, beaucoup plus élevé que pour les deux autres types (de même que le nombre d'individus par race).

Les écarts les plus importants observés sont pour l'indice 5, le Dalmatien (2 individus) et pour les indices 15 et 16 le Chihuahua (3 individus), le Rottweiler (3 individus) et le Bichon (4 individus). Le type mésocéphale est donc un type présentant peu de variations en son sein, ayant conservé les aspects morphologiques « originels » du Chien et donc du Loup.

Il ressort clairement des trois graphiques des trois séries de races que trois indices présentent toujours des variations plus importantes : 5, 15, 16. Ces indices sont respectivement l'indice facial supérieur, le rapport crânio-facial 3 et le rapport crânio-facial 4. Le point commun de ces trois indices est qu'ils ont pour dénominateur la mesure K, qui est la longueur entre le point nasal rostral et le nasion. De plus, il y a d'autres indices comprenant les numérateurs que l'on a pour 5, 15 et 16 et qui pourtant ne présentent pas autant de différences d'une race à l'autre. Ainsi, les indices impliquant K permettent de discriminer assez fortement les races, et ce quel que soit le type canin concerné.

Fig. 12 – Moyennes d'indices céphalométriques par type canin à partir des moyennes établies par race.



Lorsque l'on compare les trois types entre eux, on se rend compte que dans la majorité des indices, les valeurs des races dolichocéphales et mésocéphales se recoupent, alors que les races brachycéphales présentent des valeurs très différentes.

Lorsque les trois valeurs sont différentes, la valeur mésocéphale est toujours intermédiaire entre les deux autres, les valeurs brachycéphales ayant tendance à être plus élevées. Ceci peut s'expliquer par la présence dans l'échantillon du Bouledogue français, qui, nous l'avons vu précédemment, montre des valeurs d'indices plus élevées que les autres races au sein de son type.

Analyse multivariée : Analyse en Composantes Principales (ACP)

Cercle des corrélations

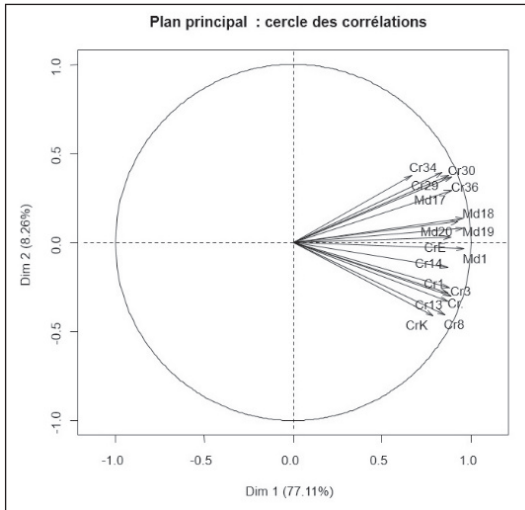


Fig. 13 – Représentation graphique du cercle des corrélations de l'ACP.

Le graphe des cercles de corrélation illustre les corrélations entre les mesures initiales et chacun des deux premiers axes : le premier axe est fortement corrélé avec toutes les mesures mais de façon très forte avec les mesures sur les mandibules : Md1, Md17, Md18 et Md20. Le second axe est fortement corrélé avec les mesures des crânes. Plus précisément l'axe 2 est positivement corrélé avec les mesures Cr34, Cr30, Cr29, Cr36, Md17 et négativement corrélé avec les mesures CrK, Cr8, Cr13, Cr3, Cr et Cr1.

Nuage de points

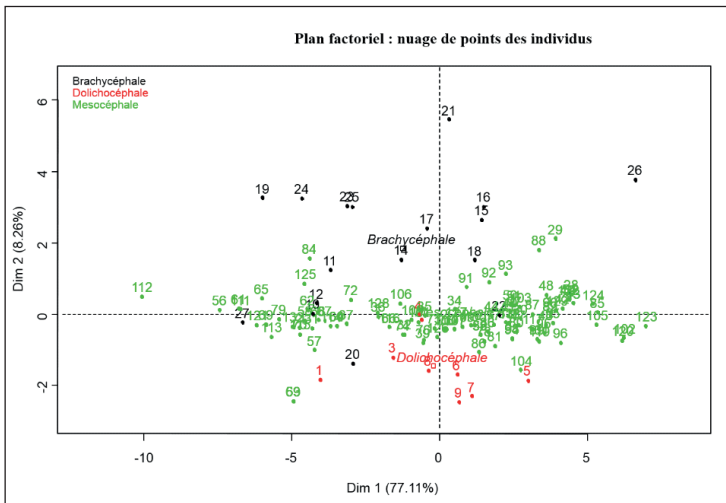


Fig. 14 – Représentation graphique du plan factoriel sous la forme d'un nuage de points séparés selon le type canin.

Le graphe des nuages de points, avec des couleurs différentes selon le type de crâne, montre une même dispersion pour les trois types selon l'axe 1 et une ségrégation selon l'axe 2.

Ellipses de confiance à 95 %

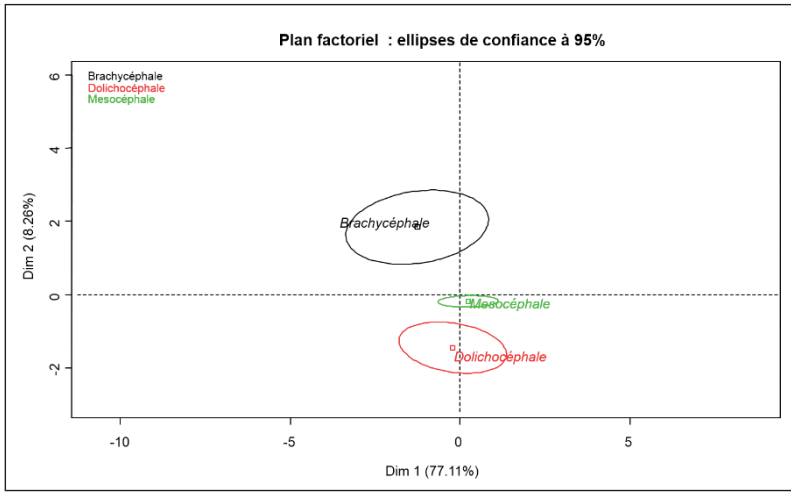


Fig. 15 – Représentation graphique du plan factoriel avec figuration des ellipses de confiance à 95% des trois types canins.

On s'aperçoit ici que la ségrégation des trois types de crânes observée au niveau du nuage de points est significative, puisque les trois ellipses de confiance à 95% sont disjointes, et est due aux mesures corrélées avec l'axe 2. Celles-ci correspondent à des mesures Cr, de la face principalement.

INTERPRÉTATIONS

Échantillon

Qualité. De nombreux crânes ont été endommagés (manipulations d'autopsie, transport des crânes) et de nombreuses mesures n'ont donc pas pu être réalisées, souvent les mêmes, à cause de dents manquantes, les os frontal et pariétal étant aussi fréquemment brisés. Les mesures étaient parfois peu réalisables du fait d'un montage précédent du crâne (monté sur un présentoir, articulé aux vertèbres) mais cela ne concernait que très peu d'individus.

Quantité. Malgré le temps de collecte des échantillons (crânes et mandibules), sur trois ans, le nombre de races impliquées dans l'étude reste limité, beaucoup d'entre elles n'étant représentées que par un seul individu. Nous n'avons donc pu intégrer dans l'analyse des données uni- et bivariable que 30 races sur les 46 rencontrées dans notre étude. De plus, de nombreuses races parmi ces 30 ne comprennent que 2 ou 3 individus, ce qui présente peu d'intérêt statistiquement. Cependant cela permet tout de même d'avoir des données chiffrées sur certaines races peu présentes dans la littérature. L'échantillon comporte également plus de 130 individus, ce qui permet une bonne approche par l'analyse multivariée.

Aspect expérimental

Préparation du matériel osseux. Les têtes osseuses sont pour la grande majorité récupérées suite à l'autopsie de l'animal. De ce fait, elles sont souvent endommagées du fait des manipulations et parfois le haut du crâne est manquant (exploration et prélèvement de l'encéphale). Cela engendre des mesures qui font régulièrement défaut, mais finalement assez peu gênantes en général pour le calcul des indices. La mandibule est en général bien conservée car plus solide. La troisième molaire est très souvent absente, car petite et facilement perdue.

Définition des points et prise des mesures. Comme indiqué plus haut, les points osseux et les mesures ont été repris d'après la littérature (von den Driesch 1976, Lignereux *et al.* 1991, 1992). Malgré une bonne standardisation donc, il subsiste quelques obstacles, présents lors des manipulations :

Pour la définition des points osseux, la plupart des difficultés sont rencontrées lorsque le point comporte un repère trop vague (bregma) ou que les sutures sont parfois peu visibles (asté- rion, palatino-oral), surtout chez des brachycéphales au morphotype très accentué. L'ensemble des difficultés est détaillé point par point dans la thèse sur laquelle s'appuie cet article (Guillon, 2015).

Certaines autres mesures sont rendues imprécises ou peu reproductibles soit par l'usure fréquente de la région du crâne concernée (os frontaux, temporaux, nasaux), soit par une gêne des structures adjacentes (montage tête-colonne, dents trop serrées). Dans un cas la mesure n'est pas réalisable car nous n'avons pas pu nous procurer le matériel requis (compas courbe, mesure 6). De même que précédemment, l'ensemble des difficultés rencontrées est détaillé mesure par mesure dans la thèse sur laquelle s'appuie cet article.

Résultats

Analyses uni- et bivariée

Il semble, avec nos analyses, que les longueurs de la face, et en particulier la longueur nasale, soient celles qui discriminent le plus les races. En effet, nous avons pu voir que les indices concernés étaient 5, 15 et 16, comprenant tous trois la mesure K comme dénominateur (longueur nasion-point nasal rostral). À l'inverse, les longueurs basales semblent conservées d'une race à l'autre, et même d'un type à l'autre, comme ont pu le montrer les graphiques établis.

Analyse multivariée (ACP)

Il ressort de cette ACP que les types canins peuvent être discriminés facilement à l'aide de quelques variables choisies. Ces variables sont les plus discriminantes, pertinentes et aisément reproductibles et ont été mentionnées dans les résultats. Partant de là, nous pouvons proposer le schéma de mesures suivantes, simplifié, utilisable en crâniométrie canine :

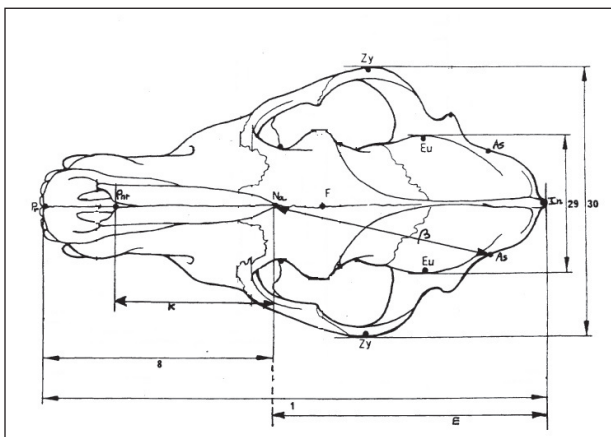


Fig. 16 – Crâne de Chien en vue dorsale et mesures simplifiées associées d'après von den Driesch (1976).

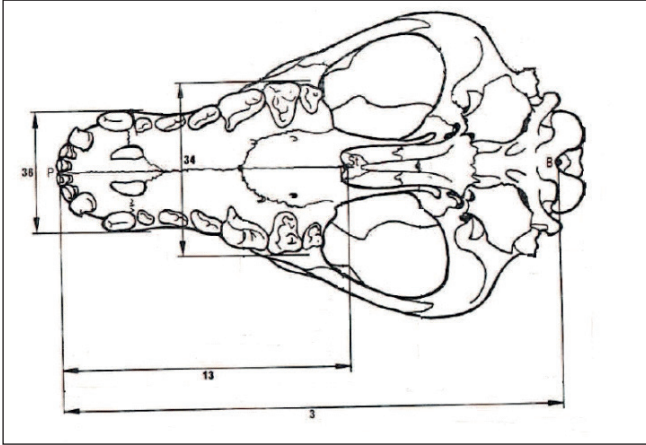


Fig. 17 – Crâne de Chien en vue basale et mesures simplifiées associées d'après A. von den Driesch (1976).

Fig. 18 – Crâne de Chien en vue latérale et mesures simplifiées associées d'après A. von den Driesch (1976).

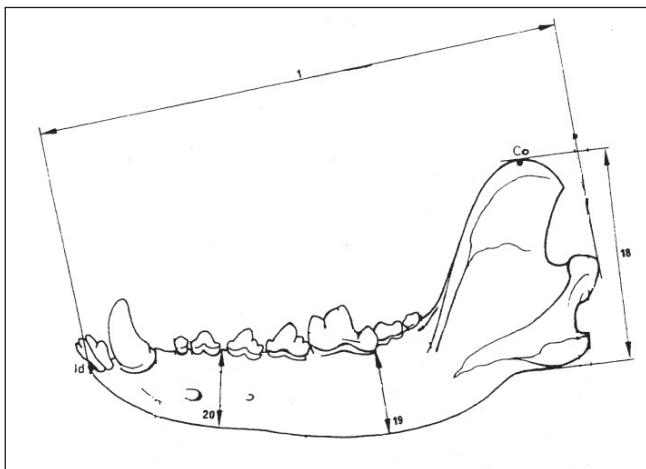
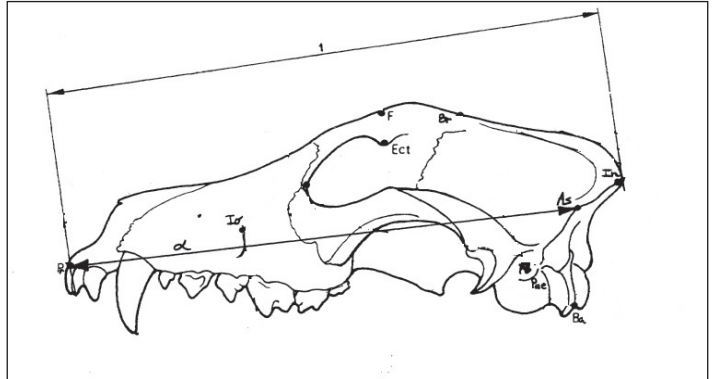


Fig. 19 – Mandibule de Chien en vue dorsale et mesures simplifiées associées d'après A. von den Driesch (1976).

Au total, il y a donc 17 mesures à réaliser, bien loin des 80 mesures testées dans cette étude. Les mesures possédant une forte corrélation dans l'Analyse en Composantes Principales sont conservées : pour le crâne 1, 3, 8, 13, 29, 30, 34, 36, α , K, et pour la mandibule 1, 17, 18, 19, 20. S'y ajoutent les variables E et β , qui permettent de calculer les rapports de longueur qui donnent les indices les plus discriminants que nous avons vus dans l'analyse bivariable, c'est-à-dire l'indice facial supérieur (indice 5), le rapport cranio-facial 3 (indice 15) et le rapport cranio-facial 4 (indice 16).

Ces 17 mesures permettent ainsi de séparer facilement les types canins, et peuvent être réalisées aisément sur la plupart des têtes osseuses, même endommagées comme cela peut être le cas en archéozoologie par exemple.

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était initialement de rassembler un maximum de données crâniométriques chez le Chien dans différentes races connues. Au final, 46 races canines ont pu être bien identifiées dans notre échantillon. Parmi celles-ci, seules 30 races étaient représentées par plus d'un individu. Ce travail s'inscrit en partie dans la continuité de celui d'Anne Morvan (2002), permettant d'agrandir encore le panel de races avec des données de référence en crâniométrie. Nous avons également pu, grâce à nos mesures, comparer les races et discriminer les grands types canins (brachycéphale, dolichocéphale, mésocéphale). Ainsi, nous avons fait ressortir dans notre étude les variables les plus pertinentes en crâniométrie canine, réduisant ainsi considérablement le nombre de mesures nécessaires pour une plus grande facilité et rapidité d'utilisation de cette technique. Ces mesures sont applicables dans la grande majorité des cas, même sur des têtes osseuses endommagées, comme souvent en archéozoologie.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier chaleureusement Manuel Comte, pour son aide dans la préparation des ensembles crâniens ; Catherine Picard et Pascale Bugnon du service d'Anatomie Comparée d'Oniris pour leur patience et leur aide à replacer les dents sur les têtes osseuses.

BIBLIOGRAPHIE

- BARONE R. 1986. *Anatomie comparée des mammifères domestiques* - 3^e ed.- Tome premier, ostéologie.- Paris, Vigot - Chap. III, os de la tête, 79-283.
- BETTI E. 1990. *Céphalométrie comparée chez le Chien*, 75 p. Thèse : Méd. Vét. : Nantes n° 071.
- BETTI E., DOUART C. & GUINTARD C. 2000. Statistiques uni- et multivariées appliquées à la biologie : étude ostéomyométrique du coxal et du fémur chez le chien (Berger allemand et Beagle), *Revue de Médecine Vétérinaire* 151 (4) : 317-336.
- DRIESCH (von den) A. 1976. A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites, *Peabody Museum of Archeology and Ethnology Harvard University, Bulletin 1*. 136 p.
- GUILLON M. 2015. Etude crâniométrique d'une population de chiens de races variées, 144 p. Thèse : Méd. Vét. Nantes.
- GUINTARD C. & FOUCHÉ S. 2008. Étude ostéométrique de têtes osseuses de moutons (*Ovis aries*, L.), *Revue de Médecine Vétérinaire* 159 (12) : 603-617.
- LIGNEREUX Y., REGODON S. & PAVAUX C. 1991. Typologie céphalique canine, *Revue de médecine vétérinaire* 142 (6) : 469-480.
- LIGNEREUX Y., REGODON S., PERSONNAZ B. & PAVAUX C. 1992. Typologie céphalique du Chien et ostéo-archéologie : à propos d'une population canine du XVII^e siècle toulousain, *Revue de médecine vétérinaire* 143 (2) : 139-149.
- MORVAN A. 2002. *Crâniométrie chez le Chien : étude comparée de spécimens recueillis dans des cavités pyrénéennes (fouilles André Clot), et des Chiens de races connues du Muséum National d'Histoire Naturelle (collection Francis Petter)*. 154 p. Thèse : Méd. Vét. Toulouse n°4068.

NB : l'ensemble des mesures réalisées est disponible sur demande auprès de l'auteur, à contacter à l'adresse suivante : guillonmarine@hotmail.fr. Elles seront prochainement mises en ligne sur le site des *Cahiers d'Anatomie Comparée* à l'adresse suivante : <http://www.oniris-nantes.fr/etudes/cahierdanatomicomparee/>.