

- HOFMANN, R. R. und G. GEIGER. 1974. Zur topographischen und funktionellen Anatomie der Viscera abdominis des Rehes (*Capreolus capreolus* L.). *Anat., Histol., Embriol.* 3: 63-84.
- JUON, P. 1963. Über neuere Erkenntnisse zur Frage der Rehwildernährung. *Schweiz. Z. Forstwes.* 114: 98-117.
- KLOETZLI, F. 1965. Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünlandgesellschaften des nördlichen Schweizerischen Mittellandes. *Veröff. Geobot. Inst. der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich.* 186 S.
- MOEN, A. N. 1973. *Wildlife Ecology.* San Francisco: W. H. Freeman and Company. 458 S.
- RADWAN, M. A. and G. L. CROUCH, 1974. Plant characteristics related to feeding preference by black-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* (1) 38: 32-41.
- RICE, P. R. and D. C. CHURCH. 1974. Taste responses of deer to browse extracts, organic acids, and odors. *J. Wildl. Manage.* (4) 38: 830-836.
- SZMIDT, A. 1975. Food preferences of roe deer in relation to principal species of forest trees and shrubs. *Acta theriol.* (20) 20: 255-266.
- WESTOBY, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *Am. Nat.* 108: 290-304.

---

## C. Mermod et S. Debrot. — Morphométrie crânienne par radiographie. I: Problèmes techniques <sup>1</sup>.

Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel.

### ABSTRACT

**Craniometry by radiography. I: Technical problems.** — In order to test a method of radiographical craniometry, 54 stoat's skulls have been measured directly, then X-rayed. Measurements taken on radiographs are compared with actual dimensions by a regression analysis. The slope of the regression line furnishes a correction's coefficient for the measures taken on the radiographs. Several conditions make this method a little restrictive. It is nevertheless very useful any time an animal has to be kept alive. It is for instance valuable for studies of population dynamics.

### INTRODUCTION

Depuis l'automne 1976, nous étudions une population d'hermines (*Mustela erminea* L.) dans le Jura neuchâtelois (Suisse). Nous nous sommes intéressés particulièrement à l'infestation de ces petits carnivores par un Nématode, *Skrjabinylus nasicola*

---

<sup>1</sup> Ce travail a été réalisé grâce à un subside du Fonds national suisse de la recherche scientifique (requête n° 3.685-076).

(Leuckart, 1842), vivant dans leurs sinus frontaux. Pour déceler les lésions provoquées par ce parasite chez les animaux vivants, nous utilisons la radiographie (fig. 1). A l'examen des clichés obtenus, nous avons pensé qu'il était possible de mesurer aussi quelques-uns des paramètres habituellement relevés dans les travaux de morphométrie. Le but de ce travail est de montrer les possibilités et les problèmes inhérents à cette technique.

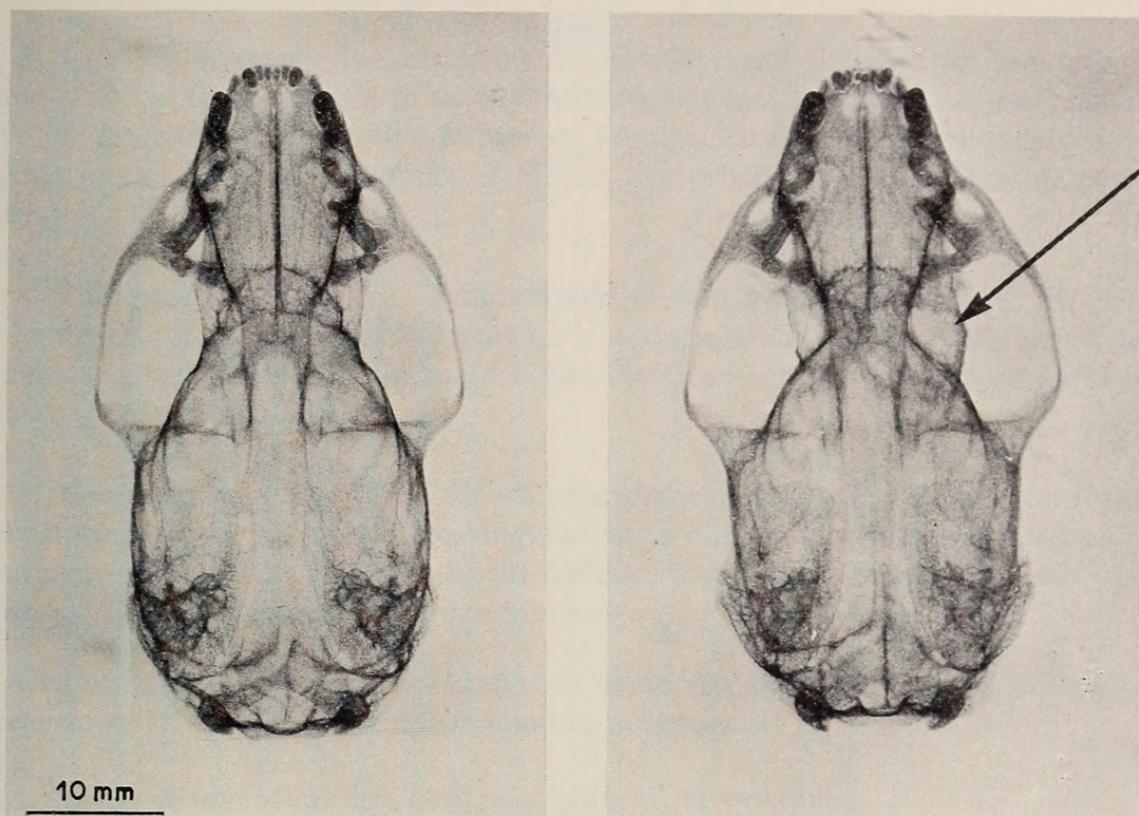


FIG. 1.

Radiographies de crânes d'hermines;  
à gauche, un crâne normal,  
à droite, un crâne dont le sinus frontal droit  
est déformé par la présence de parasites du genre *Skrybingylus*.

#### MATÉRIEL ET MÉTHODE RADIOGRAPHIQUE

Le générateur radiographique est un Siemens NANODOR 1, d'une puissance de 18 mA pour 60 ou 75 kV. Les radiographies crâniennes d'hermines sont faites à 60 kV, avec des temps de pose de 0,3 à 0,5" (film Ilford ILFEX, utilisable sans écran renforçateur). Les animaux sont radiographiés en incidence dorso-ventrale, le rayon directeur étant centré approximativement sur la suture fronto-pariétale (fig. 2).

#### PROBLÈMES TECHNIQUES

Des informations détaillées sur la technique radiographique peuvent être trouvées dans la littérature spécialisée. Nous nous sommes basés sur le guide de TRIAL & RESCANIERES (1976), et nous nous contenterons ici de résumer quelques-unes des notions les plus importantes pour notre travail.

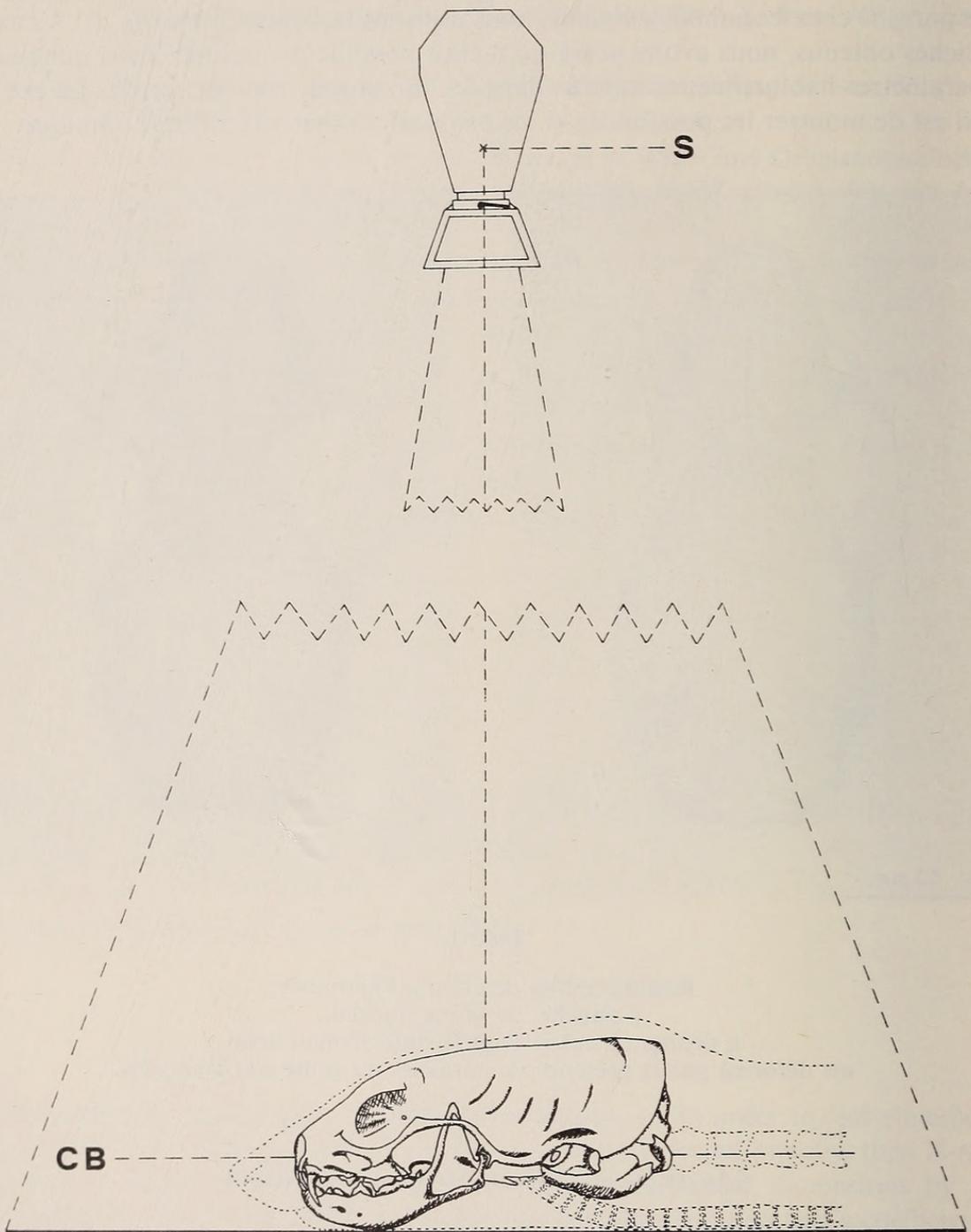


FIG. 2.

Schéma de la radiographie crânienne d'une hermine.  
On constate que le paramètre CB (longueur condylobasale) est situé dans un plan parallèle au plan du film grâce à l'appui, en arrière, sur la trachée. S: source du faisceau de rayons X.

1. *Agrandissement des images*: L'objet est d'autant plus agrandi qu'il est plus loin du film et plus près du foyer. Le rapport d'agrandissement est donné par la formule:  $D'/D = Ff/FO$  (D: diamètre de l'objet, D': diamètre de son image, Ff: distance foyer-film, FO: distance foyer-objet). Les mensurations faites sur les crânes d'hermines sont

situées dans un plan éloigné d'environ 8 mm du plan du film, la distance foyer-film est de 800 mm. Le rapport  $D'/D$  est donc voisin de 1,01.

2. *Angle radiographique d'incidence* : Il s'agit de l'angle entre le rayon directeur et le plan dans lequel se situe D. Si ce plan n'est pas parallèle au film, la mesure de la projection orthogonale sera plus petite que D.

3. *Flou géométrique* : Les contours d'une image radiologique ne sont pas d'une netteté absolue. Cela provient principalement du fait que le foyer n'est pas ponctuel et provoque une zone de pénombre autour de l'image. Ce flou est faible dans nos conditions de travail, puisque le rapport  $Ff/FO$  est très proche de 1 et le foyer de petit diamètre (0,9 mm).

4. *Flou photographique* : En radiographie, le flou photographique est dû au grain des écrans renforçateurs beaucoup plus qu'à la granulation du film. Cette cause de flou est donc négligeable dans notre cas. Le flou cinétique sera traité dans un autre article (DEBROT & MERMOD 1978).

5. *Confusion des plans* : Des régions superposées sur le trajet d'un rayon foyer-film se confondent sur le cliché. La localisation exacte d'un point à partir duquel on désire mesurer un paramètre est donc souvent difficile. C'est particulièrement le cas pour les endroits du crâne superposés à la mandibule.

Ces notions théoriques nous imposent donc des conditions et des restrictions à l'usage de cette technique en morphométrie, notamment :

1. La distance foyer-film doit être aussi grande que possible.
2. Il faut pouvoir estimer avec une précision suffisante la distance objet-film, afin de calculer le rapport d'agrandissement.
3. Le plan dans lequel est mesuré le paramètre, distance condylo-basale CB, par exemple (fig. 2) doit être parallèle au plan du film. Une petite variation de l'angle d'incidence est cependant tolérable tant que la différence introduite est inférieure à la précision de la mesure.
4. On évitera de mesurer des paramètres dont les points d'origine ne peuvent pas être localisés précisément (sutures osseuses, points superposés à la mandibule, etc.).

La technique apparaît donc passablement restrictive. Pour tester la méthode, nous avons choisi cinq paramètres répondant aux critères ci-dessus. Ces mesures sont fréquemment utilisées en mammalogie (SOUTHERN 1964; REMPE 1970). Il s'agit de (fig. 3):

- a) Longueur condylo-basale (CB)
- b) Largeur bi-zygomatique (BZ)
- c) Largeur mastoïdienne (Ma)
- d) Largeur max. de la boîte crânienne (Bc)
- e) Largeur du rostre (Ro)

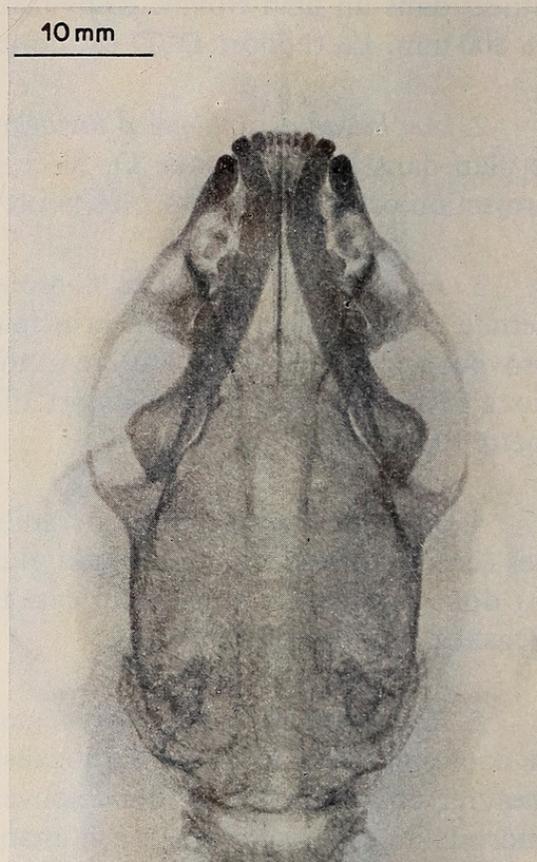
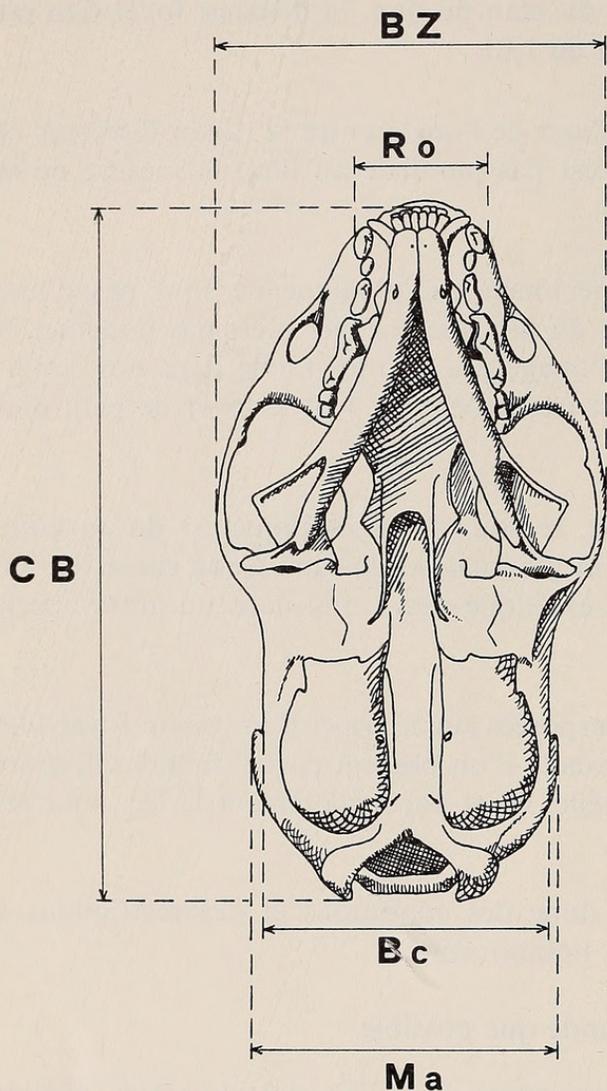


FIG. 3.

## Paramètres crâniens mesurés.

CB: Longueur condylobasale, BZ: Larg. bi-zygomatique,  
 Ma: Larg. mastoïdienne, Bc: Largeur max. de la boîte crânienne  
 et Ro: Larg. du rostre, prise à l'extérieur des canines supérieures.

## TEST DE LA MÉTHODE

La méthode a été testée grâce à des mensurations prises parallèlement sur 54 crânes secs d'hermines provenant de collections de musées, et sur les radiographies de ces crânes. Les mesures sont prises au moyen d'un pied à coulisse, la précision obtenue est de  $\pm 0,1$  mm. Une analyse de régression a alors été faite sur les séries doubles: mesures directes-mesures sur radiographies.

Les calculs sont faits sur l'ordinateur IBM 1130 du Centre de calcul de l'Université de Neuchâtel.

Les figures 4 et 5 présentent deux exemples de distributions, celle des largeurs bi-zygomatiques et celle des largeurs du rostre. On constate une plus grande dispersion des valeurs de la deuxième distribution. Cela s'explique par une imprécision relativement plus importante des petites mesures et par une certaine difficulté à mesurer la largeur

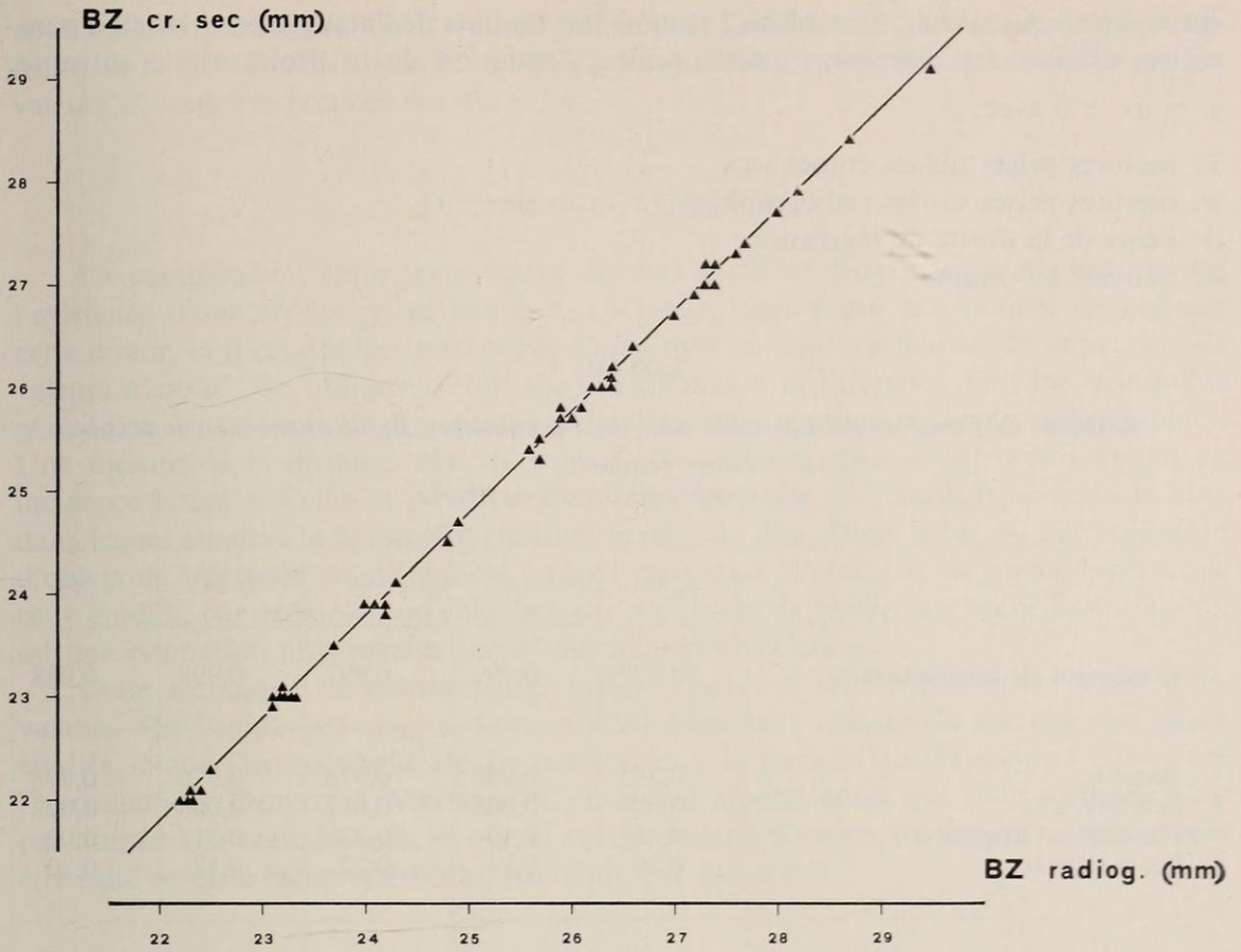


FIG. 4. — Distribution des couples de valeurs BZ.

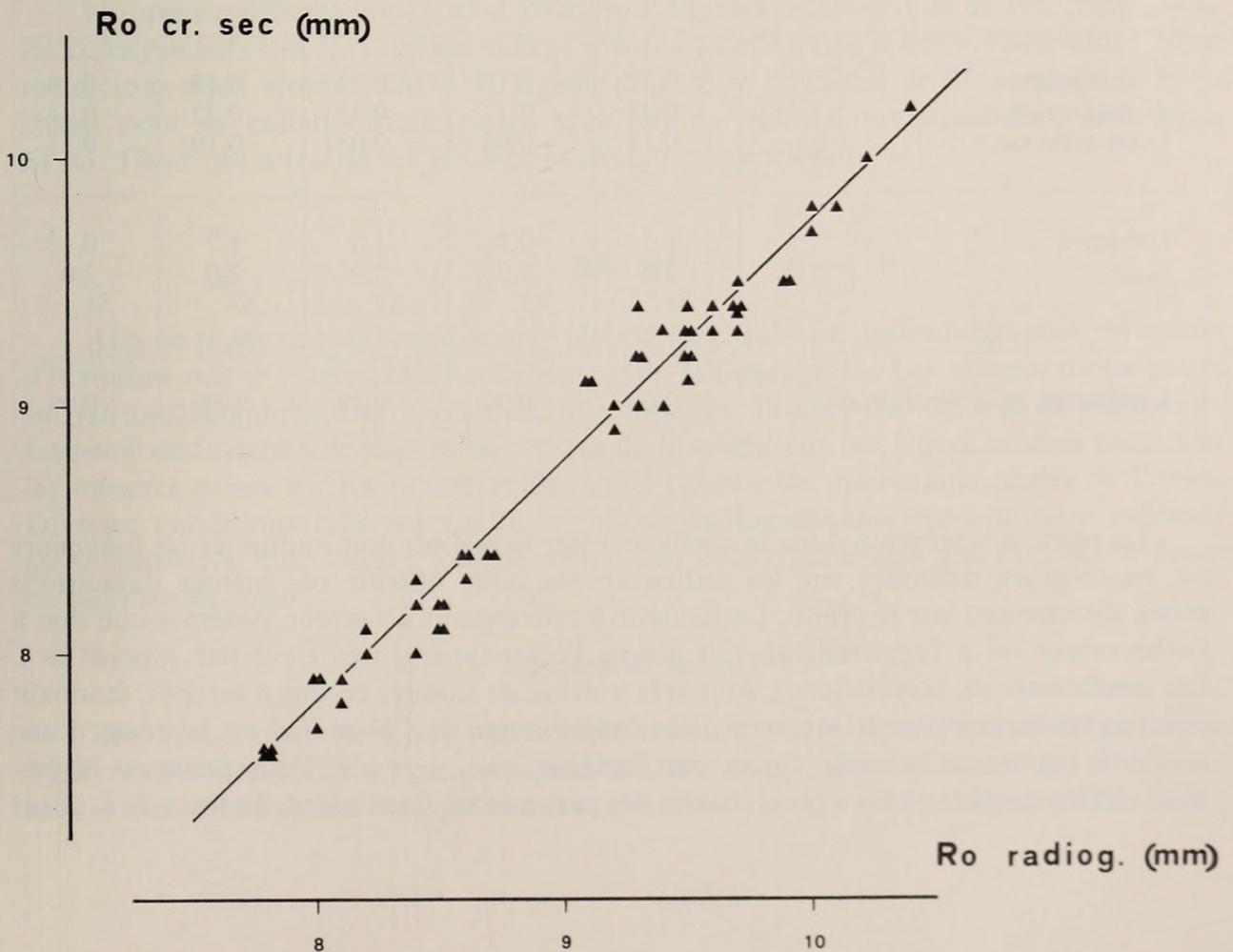


FIG. 5. — Distribution des couples de valeurs Ro.

du rostre sur les clichés. Le tableau 1 résume les résultats de l'analyse pour les cinq paramètres choisis. La régression étant linéaire, l'équation de la droite est la suivante:

$$y = ax + b \text{ avec:}$$

$y$ : mesures prises sur les crânes secs

$x$ : mesures prises sur les radiographies

$a$ : pente de la droite de régression

$b$ : hauteur à l'origine.

TABLEAU 1.

Résultats de l'analyse de régression pour les 5 paramètres. Explications dans le texte.

$d'$ : écarts résiduels

$\nu$ : nombre de degrés de liberté

N	a: 53	b: 47	c: 54	d: 54	e: 53
Coefficient de corrélation $\rho$	0,999	0,999	0,997	0,998	0,988
Pente $a$	0,985	0,986	0,978	0,976	0,978
Ecart-type $s_a$	0,006	0,006	0,011	0,008	0,022
Hauteur à l'origine $b$	0,34	0,10	0,23	0,31	— 0,03
Ecart-type $s_b$	0,29	0,14	0,22	0,18	0,20
Pente $a'$	0,992	0,990	0,988	0,990	0,974
Ecart-type $s_{a'}$	inférieur à 0,002				
$d'$ minimum	— 0,37	— 0,16	— 0,23	— 0,17	— 0,18
$d'$ maximum	0,25	0,17	0,23	0,22	0,34
Ecart-type $s_{d'}$	0,12	0,08	0,08	0,10	0,11
$t$ observé	1,2	0,7	1,0	1,7	0,15
$t_{0,05}$	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
$\nu$	51	45	52	52	51
Coefficient de correction $a''$	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

La pente  $a$  représente donc le coefficient par lequel on doit multiplier les longueurs ou les largeurs mesurées sur les radiographies pour obtenir ces mêmes dimensions prises directement sur le crâne. La hauteur  $b$  correspond à l'erreur systématique due à l'observateur ou à l'appareillage. On notera l'écart-type  $s_b$  très élevé par rapport à  $b$ . Les coefficients de corrélation  $\rho$  sont très voisins de l'unité, ce qui n'est pas étonnant puisque les mesures sont fortement liées (objet/image de l'objet).  $a'$  est la pente d'une droite de régression calculée, forcée par l'origine, soit:  $y = a'x$ . Cette pente est légèrement différente de la pente  $a$  pour chacun des paramètres. Cependant, un test  $t$  de Student

nous montre que l'hypothèse  $b = 0$  est admissible. Le facteur  $a''$ , lui, est calculé uniquement sur la base des distances Ff et FO. On constate, sauf pour le paramètre Ro que les valeurs  $a''$  sont très proches des  $a'$ .

#### DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La comparaison entre les mesures directes et celles faites sur les clichés montre l'existence d'une erreur systématique  $b$ . Le test  $t$ , dans notre cas, permet de négliger cette erreur, et il est dès lors admissible d'employer comme coefficients de correction les valeurs  $a'$  ou  $a''$ . On utilisera  $a''$  lorsque une collection de référence n'est pas disponible et que l'on veut estimer les dimensions réelles de crânes d'animaux vivants radiographiés. Une mesure de la distance objet-film peut être réalisée grâce à des radiographies en incidence latérale. Celles-ci permettent en outre de juger du parallélisme entre le plan dans lequel est situé le paramètre choisi et le plan du film. Dans le cas où une collection d'objets de référence est disponible (crânes provenant d'animaux de même espèce que ceux étudiés, par exemple), on calculera et on utilisera de préférence le coefficient  $a'$ , qui est une estimation plus précise que  $a''$  du rapport objet/image.

Cette technique de crâniométrie, malgré quelques restrictions nous paraît donc valable. On l'emploiera chaque fois qu'il est nécessaire d'éviter le sacrifice des sujets étudiés. Nous l'avons appliquée en particulier à la population d'hermines citée dans l'introduction (DEBROT & MERMOD 1978). Il faut ajouter enfin que cette méthode n'est pas limitée à la crâniométrie, et que la morphométrie d'autres parties du squelette peut être faite de cette façon (membres, baculum, par exemple).

#### REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont tout d'abord aux Musées de Genève et de Neuchâtel, dont les conservateurs ont fort obligeamment mis leurs collections à notre disposition. Nous remercions aussi vivement M<sup>me</sup> J. Moret, du Centre de calcul de l'Université de Neuchâtel pour sa collaboration. Notre gratitude va enfin à notre assistant technique, M. G. Fivaz qui a réalisé les graphes et dessins de ce travail.

#### RÉSUMÉ

Afin de tester une méthode de morphométrie crânienne par radiographie, 54 crânes d'hermines ont été mesurés directement, puis radiographiés. Les mensurations prises sur les radiographies sont comparées aux mesures directes par un test de régression. La pente de la droite de régression représente le coefficient par lequel on doit multiplier les mesures prises sur les radiographies pour obtenir les dimensions réelles de l'objet. Diverses conditions inhérentes à la technique radiographique rendent cette méthode assez restrictive. Elle s'avère tout de même très utile chaque fois que l'on désire éviter de sacrifier les sujets.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Zur Probe einer Methode der Schädelmessung durch Roentgenstrahlung wurden 54 Hermelin-Schädel direkt gemessen und danach radiographiert. Die auf den Roentgenaufnahmen bestimmten Masse wurden mit den direkten Messungen durch einen

Regressionstest verglichen. Die Neigung der Regressionsgerade stellt den Koeffizienten dar, mit welchem man die Masse der Roentgenaufnahmen multiplizieren muss, um die wirklichen Dimensionen des Objekts zu erhalten. Verschiedene Umstände, die mit der radiographischen Technik zusammenhängen, schränken diese Methode ziemlich ein. Sie ist jedoch dann sehr vorteilhaft, wenn die Tiere lebend bleiben sollen, z.B. beim Studium einer Populationsdynamik.

#### BIBLIOGRAPHIE

- DEBROT, S. et C. MERMOD. 1978. Morphométrie crânienne par radiographie. II: Application à une population d'hermines (*Mustela erminea* L.). *Revue suisse Zool.* 85: 738-744.
- REMPE, U. 1970. Morphometrische Untersuchungen an Iltisschädeln zur Klärung der Verwandtschaft von Steppeniltis, Waldiltis und Frettchen. Analyse eines „Grenzfalles“ zwischen Unterart und Art. *Z. wiss. Zool.* 180: 185-367.
- SOUTHERN, H. N. 1964. The Handbook of British Mammals. *Blackwell, Oxford*, XXI + 465 pp.
- TRIAL, R. et A. RESCANIERES. 1976. Guide pratique de technique du radiodiagnostic. *Vigot Frères, Paris*, 434 pp.

**S. Debrot et C. Mermod.** — Morphométrie crânienne par radiographie. II: Application à une population d'hermines (*Mustela erminea* L.)<sup>1</sup>.

Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel.

#### ABSTRACT

**Craniometry by radiography. II: Application to a stoat population (*Mustela erminea* L.).** — As an application of a method of radiographical craniometry, 73 X-ray photographs of live stoats are measured. A statistical analysis permits the comparison of adults and juveniles of both sexes.

The difficulties in comparing a museum collection with live animals are discussed.

#### INTRODUCTION

Dans la première partie de cette étude (MERMOD & DEBROT 1978), nous avons examiné les avantages et les limites de l'utilisation de la radiographie en morphométrie. Nous nous proposons ici d'appliquer cette méthode à l'étude d'une population d'her-

<sup>1</sup> Ce travail fait partie d'une thèse présentée par S. Debrot sous la direction du professeur C. Mermod. Il a été réalisé grâce à un subside du Fonds national suisse de la recherche scientifique (requête n° 3.685-076).



Mermod, Claude and Debrot, Sylvain. 1978. "Morphométrie crânienne par radiographie. I: Problèmes techniques." *Revue suisse de zoologie* 85, 730–738.  
<https://doi.org/10.5962/bhl.part.82261>.

**View This Item Online:** <https://www.biodiversitylibrary.org/item/128873>

**DOI:** <https://doi.org/10.5962/bhl.part.82261>

**Permalink:** <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/82261>

#### **Holding Institution**

Smithsonian Libraries and Archives

#### **Sponsored by**

Biodiversity Heritage Library

#### **Copyright & Reuse**

Copyright Status: In Copyright. Digitized with the permission of the rights holder.

Rights Holder: Muséum d'histoire naturelle - Ville de Genève

License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Rights: <https://www.biodiversitylibrary.org/permissions/>

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.