

LES MÉTAPODES D'EQUUS SENSU LATO (MAMMALIA, PÉRISSODACTYLA)

par

VÉRA EISENMANN *

RÉSUMÉ

ABSTRACT

Etude biométrique concernant les espèces sauvages actuelles (*E. grevyi*, *E. burchelli boehmi*, *E. zebra hartmannae*, *E. africanus*, *E. hemionus* et *E. przewalskii*) et quelques formes fossiles (*E. stenorhis vireti* et cf. *vireti* du Villafranchien de France et d'Espagne; *E. tabeti* et *E. mauritanicus* du Pléistocène inférieur et moyen d'Afrique du Nord; *E. mosbachensis* du Pléistocène moyen d'Allemagne). Remarques sur les interprétations fonctionnelles et évolutives de certains caractères: quille et largeurs distales articulaires et sus-articulaires, proportions proximales.

Biometrical study of the metapodials of modern wild species (*E. grevyi*, *E. burchelli boehmi*, *E. zebra hartmannae*, *E. africanus*, *E. hemionus* and *E. przewalskii*) and some fossil forms (*E. stenorhis vireti* and cf. *vireti* from the Villafranchian of France and Spain; *E. tabeti* and *E. mauritanicus* from the Lower and Middle Pleistocene of Northern Africa; *E. mosbachensis* from the Middle Pleistocene of Germany). Classical functional and evolutive interpretations of some characters are discussed: development of the distal keel, of the distal supra-articular and articular widths, of the proximal widths and antero-posterior diameters.

MOTS-CLÉS: BIOMÉTRIE, ANATOMIE, LOCOMOTION (MÉTAPODE), HIPPIOMORPHA (EQUUS), VILLAFRANCHIEN, PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR, PLÉISTOCÈNE MOYEN, ÉVOLUTION BIOLOGIQUE, DRÔME (SAINT-VALLIER), ARAGON (PUEBLA DE VALVERDE), CONSTANTINOIS (AÏN HANECH), ORANAIS (TERNIFINE), COLLINES ALLEMAGNE DU SUD-OUEST (MOSBACH), ACTUEL.

KEY WORDS: BIOMETRICS, ANATOMY, LOCOMOTION (METAPODE), HIPPIOMORPHA (EQUUS), VILLAFRANCHIAN, LOWER PLEISTOCENE, MIDDLE PLEISTOCENE, BIOLOGICAL EVOLUTION, DRÔME (SAINT-VALLIER), ARAGON (PUEBLA DE VALVERDE), CONSTANTINOIS (AÏN HANECH), ORANAIS (TERNIFINE), SOUTH WEST GERMAN HILLS (MOSBACH), PRESENT DAY PROCESS.

* LA 12 du C.N.R.S., Institut de Paléontologie, 8, rue de Buffon, 75005 Paris; RCP 292 du C.N.R.S., « Anthropologie des Hommes fossiles et Paléontologie des Vertébrés du Tertiaire et du Quaternaire d'Afrique et d'Asie Tropicale ».

TABLE DES MATIERES

<p>I. - Généralités 864</p> <p style="padding-left: 20px;">- Introduction et remerciements 864</p> <p style="padding-left: 20px;">- Matériel 864</p> <p style="padding-left: 20px;">- Techniques de mesures 867</p> <p style="padding-left: 20px;">- Elaboration des données 867</p> <p>II. - Espèces actuelles 867</p> <p style="padding-left: 20px;">- Résultats généraux 867</p>	<p style="padding-left: 20px;">- Anatomie comparée des espèces actuelles 869</p> <p>III. - Espèces fossiles 872</p> <p style="padding-left: 20px;">- Variabilité 872</p> <p style="padding-left: 20px;">- Anatomie comparée des espèces fossiles 872</p> <p>IV. - Conclusions 877</p> <p>V. - Références bibliographiques 880</p>
---	---

I. — GENERALITES

Introduction et remerciements

Les métapodes médians (3^e métacarpiens et 3^e métatarsiens : MC III et MT III) d'Equidés fossiles sont parmi les os des membres le plus souvent et le mieux conservés. Il importe donc au paléontologue d'en tirer le maximum d'informations concernant l'espèce dont ils proviennent. Le but du présent travail est de présenter les données obtenues sur la plupart des espèces sauvages actuelles d'*Equus* et sur quelques formes fossiles du même genre d'Europe et d'Afrique.

Les données ont été recueillies dans de nombreux musées européens et africains dont je regrette de ne pas pouvoir remercier nominalement tous les conservateurs. Le matériel de Saint-Vallier est conservé à Lyon, Bâle et Zürich ; celui de Mosbach à Mayence ; celui de La Puebla de Valverde, de l'Ain Hanach et de Ternifine à Paris. Les mesures des métapodes provenant de La Puebla de Valverde ont été prises en collaboration avec C. De Giuli et E. Heintz et élaborées statistiquement par C. De Giuli. Les illustrations sont l'œuvre de Milles Mion et Vrain et de Mme Laroche.

Matériel

1. ESPÈCES ACTUELLES

La répartition géographique des espèces actuelles a été commentée dans des travaux antérieurs

(Eisenmann & De Giuli, 1974 ; Eisenmann & Turlot, 1978 ; Eisenmann, 1979a). Les formes étudiées ici sont les suivantes :

— Zébrins :

- *Equus grevyi* : une vingtaine d'individus ;
- *Equus burchelli boehmi* : 25 individus ;
- *Equus zebra hartmannae* : une quinzaine.

— Asiniens :

- *Equus africanus* : 8 individus.

— Hémioniens :

- *Equus hemionus* : une vingtaine.

— Caballins :

- *Equus przewalskii* : 17 individus.

La relative pauvreté de ces échantillons reflète malheureusement la pauvreté des collections ostéologiques en squelettes d'Equidés actuels. Il paraît toutefois intéressant de publier dès aujourd'hui les informations correspondantes, sans attendre un enrichissement de ces échantillons qui sera sans doute lent et difficile.

Dans tous les cas, seuls des métapodes parfaitement épiphysés ont été inclus dans les échantillons.

2. ESPÈCES FOSSILES

Paradoxalement, le matériel fossile est parfois plus riche que l'actuel mais les métapodes pouvant

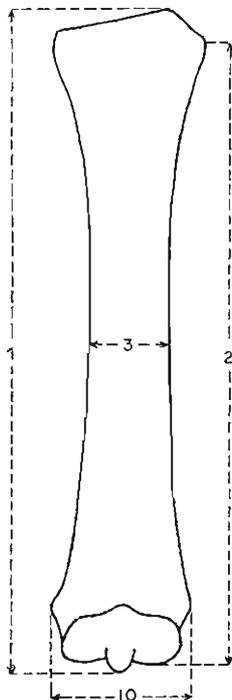


Fig. 1

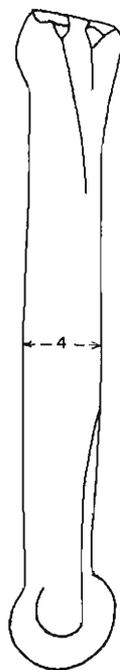


Fig. 2

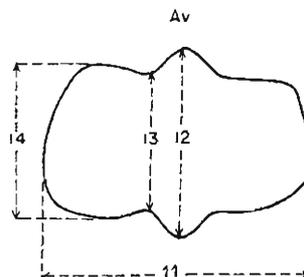


Fig. 3

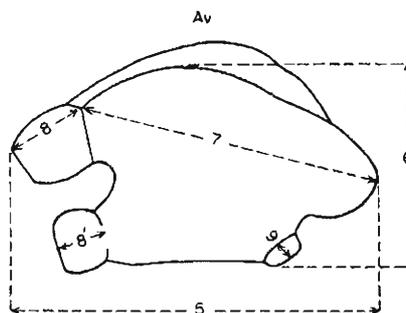


Fig. 4

Troisième Métarpalien gauche d'*Equus*

- Fig. 1 – **Vue antérieure.**
 1. Longueur maximale ; 2. Longueur externe ; 3. Largeur au milieu de la diaphyse ; 10. Diamètre transverse (DT) sus-articulaire distal.
- Fig. 2 – **Vue externe**
 4. Diamètre antéropostérieur (DAP) au milieu de la diaphyse.
- Fig. 3 – **Vue inférieure de l'extrémité distale (Av = avant).**
 11. DT articulaire distal ; 12. DAP de la quille articulaire ; 13. DAP minimal du condyle interne ; 14. DAP maximal du condyle interne.
- Fig. 4 – **Vue supérieure de l'extrémité proximale (Av = avant).**
 5. DT articulaire proximal ; 6. DAP articulaire proximal ; 7. Diamètre de la facette articulaire pour le magnum ; 8 et 8'. Diamètres des facettes articulaires pour l'unciforme ; 9. Diamètre de la facette articulaire pour le trapézoïde.

Left third metacarpial of *Equus*

- Fig. 1 – **Dorsal view.**
 1. Maximal length ; 2. External length ; 3. Diaphysal width (at the middle of the diaphysis) ; 10. Supra-articular distal width (maximal)
- Fig. 2 – **Lateral view.**
 4. Diaphysal antero-posterior diameter (at the middle of the diaphysis).
- Fig. 3 – **Distal view.**
 11. Articular distal width (maximal) ; 12. Articular keel antero-posterior diameter ; 13. articular antero-posterior diameter of the internal condyle (minimal) ; 14. Articular antero-posterior diameter of the internal condyle (maximal).
- Fig. 4 – **Proximal view.**
 5. Articular proximal width ; 6. Articular proximal antero-posterior diameter ; 7. Width of the articular facet for the magnum ; 8. Width of the anterior articular facet for the hamatum ; 8'. Width of the posterior articular facet for the hamatum ; 9. Width of the articular facet for the trapezoid.

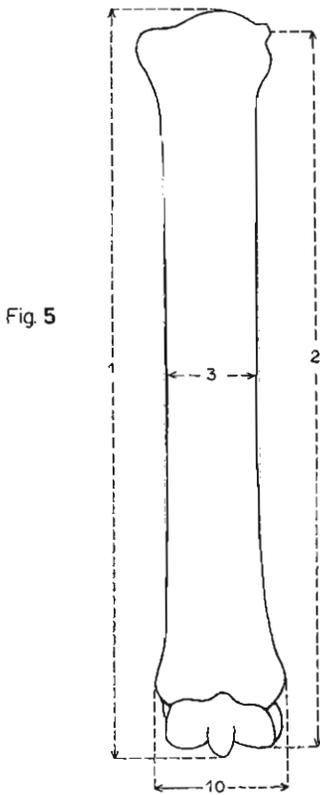


Fig. 5

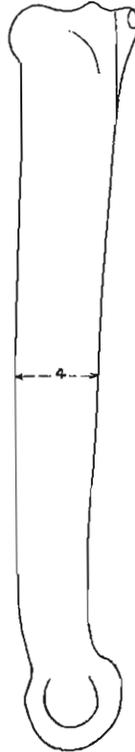


Fig. 6

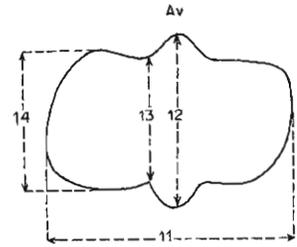


Fig. 7

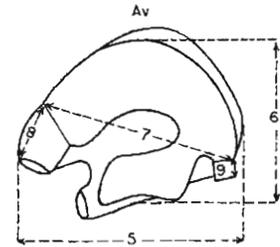


Fig. 8

Troisième métatarsien gauche d'Equus

Fig. 5 – **Vue antérieure.**

1. Longueur maximale ; 2. Longueur externe ; 3. Largeur au milieu de la diaphyse ; 10. Diamètre transverse (DT) sus-articulaire distal.

Fig. 6 – **Vue externe.**

4. Diamètre antéropostérieur (DAP) au milieu de la diaphyse.

Fig. 7 – **Vue inférieure de l'extrémité distale (Av = avant).**

11. DT articulaire distal ; 12. DAP de la quille articulaire ; 13. DAP minimal du condyle interne ; 14. DAP maximal du condyle interne.

Fig. 8 – **Vue supérieure de l'extrémité proximale (Av = avant).**

5. DT proximal maximal ; 6. DAP proximal maximal ; 7. Diamètre de la facette articulaire pour le grand cunéiforme ; 8. Diamètre de la facette articulaire pour le cuboïde ; 9. Diamètre de la facette articulaire pour le petit cunéiforme.

Left third metatarsal of Equus

Fig. 5 – **Dorsal view.**

1. Maximal length ; 2. External length ; 3. Diaphysal width (at the middle of the diaphysis); 10. Supra-articular distal width (maximal).

Fig. 6 – **Lateral view.**

4. Diaphysal antero-posterior diameter (at the middle of the diaphysis).

Fig. 7 – **Distal view.**

11. Articular distal width (maximal) ; 12. Articular keel antero-posterior diameter ; 13. Articular antero-posterior diameter of the internal condyle (minimal); 14. Articular antero-posterior diameter of the internal condyle (maximal).

Fig. 8 – **Proximal view.**

5. Maximal proximal width ; 6. Maximal antero-posterior proximal diameter (along the middle line) ; 7. Width of the articular facet for the ectocuneiform ; 8. Diameter of the articular facet for the cuboid ; 9. Diameter of the articular facet for the entocuneiform.

être incomplets ou partiellement endommagés, les données sont plus ou moins nombreuses suivant la mesure envisagée. On dispose ainsi de mesures concernant 20 à 100 MC III ou MT III des formes suivantes :

- *E. stenonis vireti*, Villafranchien de Saint-Vallier, France ;
- *E. stenonis* cf. *vireti*, Villafranchien de La Puebla de Valverde, Espagne ;
- *E. tabeti*, Pléistocène inférieur de l'Aïn Hanech, Algérie ;
- *E. mauritanicus*, Pléistocène moyen de Ternifine, Algérie ;
- *E. mosbachensis*, Pléistocène moyen de Mosbach, Allemagne.

Dans certains cas (*E. stenonis* cf. *vireti*), des métapodes présentant des caractères juvéniles (gracilité des diaphyses) ont été inclus dans l'échantillon.

Techniques de mesures

Le choix des mesures a été établi après concertation avec P. Y. Sondaar, C. de Giuli et J. Brunet en tenant compte des critères suivants :

- mesures assez nombreuses, concernant surtout les épiphyses ;
- mesures bien définies et faciles à prendre (c'est pourquoi les mesures d'angles entre facettes articulaires ont été abandonnées dans ce système) ;
- systèmes de mesures voisins pour les MC III et les MT III.

Nous verrons quelles critiques peuvent être faites, à posteriori, à ces systèmes.

Les mesures, symbolisées par des numéros, sont explicitées sur les figures 1 à 8. Sur le matériel actuel, elles ont été prises, au pied à coulisse, au 1/10^e de millimètre, parfois au 1/2 mm (mesures 1 et 2). Sur le matériel fossile, seules les surfaces articulaires ont été mesurées au 1/10^e de millimètre ; les autres mesures sont au 1/2 mm près.

Elaboration des données

Les données ont fait l'objet d'une analyse statistique classique dont les paramètres sont présentés par les tableaux 1 à 11.

La comparaison des morphologies et des tailles est facilitée par la technique graphique que G. G. Simpson a décrite sous le nom de « ratio diagrams » (1941, p. 23-25) et que nous appellerons « diagrammes des rapports ».

Les moyennes des mesures sont converties en logarithmes décimaux. Les logarithmes concernant une espèce au choix, *E. hemionus* dans le cas présent, sont considérés comme base de référence et représentés par la ligne 0 sur les figures 9 à 18. On y porte ensuite les différences entre les logarithmes de référence et ceux des mesures de l'espèce à comparer. Cette représentation a l'avantage de permettre une comparaison immédiate des tailles et des formes :

- plus deux points sont éloignés, plus les mesures qu'ils représentent diffèrent ;
- plus deux courbes de points sont parallèles, plus les métapodes correspondants ont des proportions voisines.

L'ordre de succession des mesures sur les graphiques a été choisi de façon à ce que les mesures les plus souvent manquantes sur les fossiles se trouvent aux extrémités de la courbe.

II. — ESPECES ACTUELLES

Résultats généraux

1. DIMORPHISME SEXUEL

Pour la majorité des squelettes actuels, je disposais de renseignements sur le sexe. Les données recueillies jusqu'à présent ne mettent pas en évidence de dimorphisme sexuel, ni pour les longueurs diaphysaires, ni pour la robustesse. Cette absence

de dimorphisme devra, bien sûr, être contrôlée sur de meilleurs échantillons.

2. VARIABILITÉ DES MESURES (tabl. 1 à 6)

Sur les métapodes de toutes les espèces actuelles, les coefficients de variation sont faibles (en général 2 à 4) pour les mesures des longueurs diaphysaires. Ils sont plus élevés (en général 3 à 6) pour

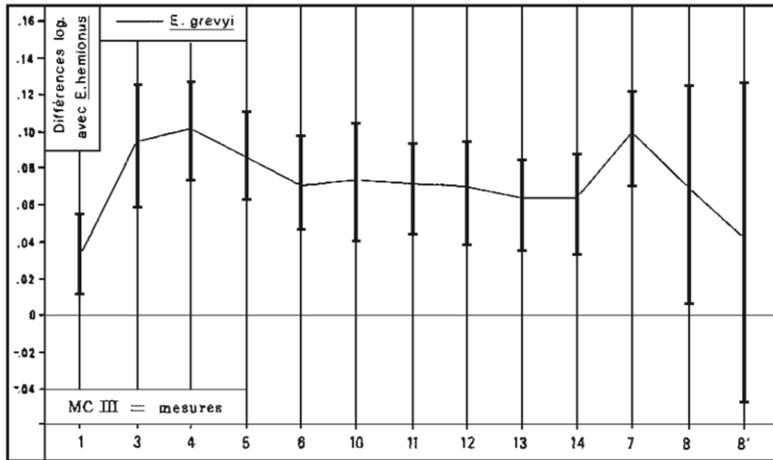


Fig. 9 – Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MC III d'*E. grevyi* et de leurs variations. 1 = longueur maximale ; 2 = longueur externe ; 3 = largeur diaphysaire ; 4 = diamètre antéro-postérieur (DAP) diaphysaire ; 5 = diamètre transverse (DT) articulaire proximal ; 6 = DAP articulaire proximal ; 7 = diamètre de la facette articulaire (DFA) pour le magnum ; 8 = DFA antérieure pour l'unciforme ; 8' = DFA postérieure pour l'unciforme ; 10 = DT sus-articulaire distal ; 11 = DT articulaire distal ; 12 = DAP de la quille articulaire ; 13 = DAP minimal du condyle interne ; 14 = DAP maximal du condyle interne.

Ratio-diagram of the mean dimensions of the *E. grevyi* third metacarpals and of their variations. 1 = maximal length ; 2 = external length ; 3 = diaphysal width ; 4 = anteroposterior diameter (DAP) of the diaphysis ; 5 = articular proximal width ; 6 = articular proximal DAP ; 7 = width of the articular facet (AW) for the magnum ; 8 = AW for the hamatum (anterior) ; 8' = AW for the hamatum (posterior) ; 10 = supra-articular distal width ; 11 = articular distal width ; 12 = articular distal keel DAP ; 13 = internal condyle minimal DAP ; 14 = internal condyle maximal DAP.

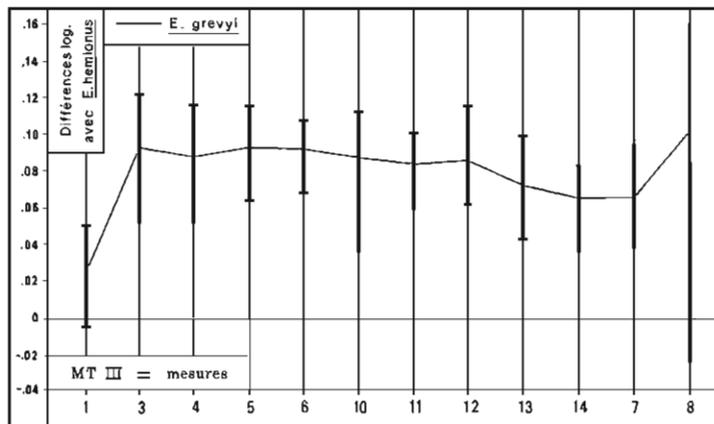


Fig. 10 – Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MT III d'*E. grevyi* et de leurs variations. Mêmes légendes que pour la figure 9 sauf : 5 = DT proximal ; 6 = DAP proximal maximal ; 7 = DFA pour le grand cunéiforme ; 8 = DFA pour le cuboïde.

Ratio-diagram of the mean dimensions of the *E. grevyi* third metatarsals and of their variations. Same legends as for fig. 9 with the exceptions of : 5 = maximal proximal width ; 6 = maximal proximal DAP ; 7 = AW for the ectocuneiform ; 8 = AW for the entocuneiform.

la plupart des autres mesures et spécialement forts pour les mesures des petites surfaces articulaires. Les coefficients de variation sont maximaux (50 à plus de 100) pour le diamètre de la facette articulaire du MC III avec le trapézoïde, facette qui peut être totalement absente. Sur le MT III, c'est la facette articulaire pour le petit cunéiforme qui présente en général les plus forts coefficients de variation (15 à 35); elle peut parfois manquer (un *E. przewalskii*).

Une idée d'ensemble sur la variabilité des mesures est donnée par les figures 9 et 10; les écarts de variation sont notés de part et d'autre de la courbe moyenne pour les MC III et les MT III d'*E. grevyi*. On notera que les mesures des facettes articulaires pour le trapézoïde (sur le MC III) et le petit cunéiforme (sur le MT III) ne sont pas représentées: leur variabilité est si grande que leur intérêt paraît réduit. Dans les paragraphes qui vont suivre, ces mesures ne seront plus prises en considération.

3. MESURES DE LA LONGUEUR DIAPHYSAIRE

Deux longueurs diaphysaires (maximale et externe) ont été définies pour qu'une compensation réciproque soit possible quand la conservation des spécimens fossiles interdit de mesurer l'une d'entre elles. Ce raisonnement supposait une certaine constance dans les différences entre les longueurs maximales et externes; il importait de la vérifier à l'aide du matériel actuel.

Sur les MC III des espèces actuelles, la différence entre les deux longueurs peut aller de 4 à 11,5 mm; si on considère les moyennes des différences, celles-ci varient de 5,7 à 8,4 mm suivant les espèces. Pour les MT III, les variations sont respectivement de 2,2 à 12,5 mm et de 4,5 à 7,9 mm. Il est donc possible de déterminer approximativement la longueur maximale d'un métapode à partir de sa longueur externe et inversement.

Si, au lieu de considérer les différences en millimètres, on calcule les différences entre les logarithmes des mesures, on voit qu'elles sont relativement plus grandes chez certaines espèces. Les longueurs externes des MC III sont nettement plus petites que les maximales chez *E. burchelli boehmi*, *E. zebra hartmannae* et *E. przewalskii*. Pour les MT III, la même observation s'applique à *E. zebra hartmannae* et *E. przewalskii*. Plusieurs particularités anatomiques peuvent influencer, ensemble ou séparément, la différence entre les longueurs diaphysaires. Il peut s'agir en particulier du degré de développement de la quille articulaire distale (ou tenon médian) du métapode par rapport aux con-

dyles. Ce caractère est considéré comme évolutif (Gromova, 1952, p. 39 et 145; Sen *et al.*, 1978, p. 378) et peut être évalué par le calcul de certains indices à partir de nos mesures. Mais il peut s'agir aussi de l'importance de l'angle entre les facettes qui s'articulent avec le magnum et l'unciforme sur le MC III ou avec le grand et le petit cunéiforme sur le MT III; le premier au moins de ces caractères change au cours de l'évolution des Equidés (Gromova, 1952, p. 146; Sondaar, 1968, p. 24). Faute d'avoir mesuré ces angles, l'interprétation qu'on peut faire des plus ou moins grandes différences entre longueurs maximales et externes reste sujette à caution.

4. COMPARAISON DES MC III ET DES MT III

Les métapodes antérieurs et postérieurs ont une structure grossièrement semblable qui a d'ailleurs permis de définir à peu près les mêmes mesures sur les deux. Les moyennes de certaines mesures sont peu différentes: la largeur de la diaphyse et toutes les mesures de l'extrémité distale [particulièrement le diamètre antéro-postérieur (DAP) maximal du condyle interne]. Par ailleurs, la longueur maximale du MT III est approximativement égale à 1,15 fois celle du MC III (on verra que ce rapport change suivant les espèces).

Les largeurs moyennes de la diaphyse sont toujours plus élevées sur les MC III que sur les MT III; le DAP de la quille articulaire et le DAP maximal du condyle interne sont en moyenne toujours plus élevés sur les MT III. Au contraire, les largeurs articulaires et sus-articulaires distales et le DAP minimal du condyle interne sont en moyenne tantôt plus grands sur les MC III, tantôt sur les MT III. Si on examine les indices utilisés pour juger du développement de la quille articulaire, on note que l'indice de Gromova (DAP maximal du condyle sur DAP de la quille) est toujours plus faible sur le MT III alors que l'indice de Staesche & Sondaar (sous presse, DAP de la quille sur DAP minimal du condyle) y est toujours plus élevé. Les deux indices montrent que la quille est relativement plus saillante sur le MT III que sur le MC III.

Anatomie comparée des espèces actuelles

1. *E. hemionus* (tabl. 1)

Les métapodes se distinguent de ceux de toutes les autres espèces par leur gracilité. Les différences entre largeur et DAP de la diaphyse sont relativement faibles (presque nulle sur le MT III). Le développement de la quille articulaire distale est

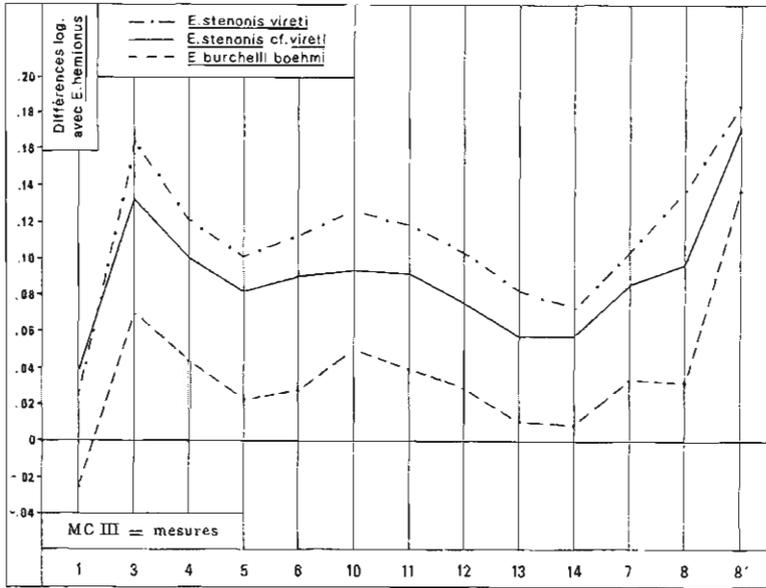


Fig. 11 — Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MC III d'*E. burchelli boehmi*, *E. stenonis vireti* et *E. stenonis cf. vireti*. Mêmes légendes que pour la fig. 9.

Ratio-diagram of the mean dimensions of the *E. burchelli boehmi*, *E. stenonis vireti* and *E. stenonis cf. vireti* third metacarpals. Same legends as for fig. 9.

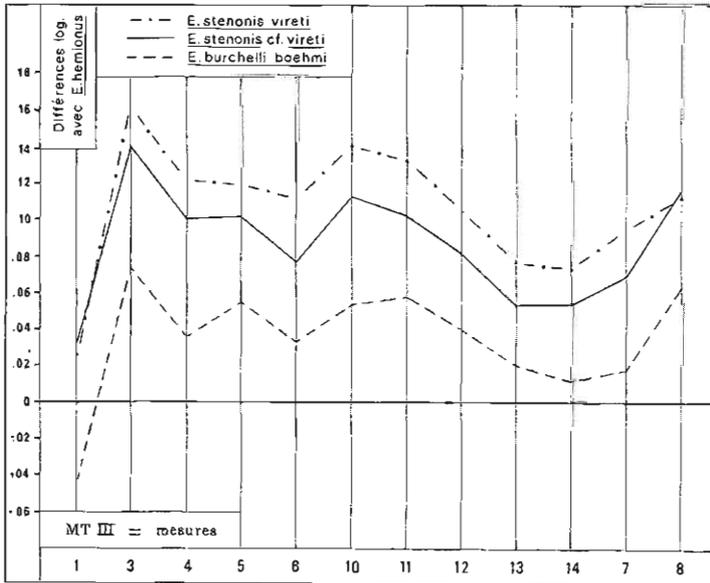


Fig. 12 — Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MT III d'*E. burchelli boehmi*, *E. stenonis vireti* et *E. stenonis cf. vireti*. Mêmes légendes que pour la fig. 10.

Ratio-diagram of the mean dimensions of the *E. burchelli boehmi*, *E. stenonis vireti* and *E. stenonis cf. vireti* third metatarsals. Same legends as for fig. 10.

faible : les indices de Gromova sont de 89 pour le MC III, 88 pour le MT III ; les indices de Staesche & Sondaar sont de 120,5 pour le MC III, 125,5 pour le MT III. Le faible développement des quilles peut être rapproché des faibles différences entre les logarithmes des longueurs maximales et externes (voir plus haut). Les MT III sont en moyenne 1,17 fois plus longs que les MC III.

Sur les MC III, les largeurs distales articulaires et sus-articulaires sont presque égales. Le diamètre de la facette articulaire pour le magnum est faible.

Sur les MT III, la largeur distale sus-articulaire est plus grande que l'articulaire. Le diamètre de la facette pour le cuboïde est faible.

2. *E. grevyi* (tabl. 2 ; fig. 9-10)

Comme chez *E. hemionus*, les différences entre largeur et DAP de la diaphyse sont faibles. La robustesse est moyenne ainsi que le développement de la quille articulaire (plus prononcé sur les MT III que sur les MC III) : les indices de Gromova sont de 88 pour le MC III et de 84,4 pour le MT III ; les indices de Staesche & Sondaar sont respectivement de 121,5 et 129,5. Le développement moyen de la quille s'accompagne d'une faible différence entre les logarithmes des longueurs maximales et externes. Peut-être la mesure des angles entre les facettes articulaires proximales expliquerait-elle cette légère discordance. Les largeurs sus-articulaires distales, surtout sur le MT III, sont plus grandes que les articulaires. Les MT III sont, en moyenne, 1,14 fois plus longs que les MC III.

Sur les MC III, la facette articulaire postérieure pour l'unciforme est petite. Par rapport au DAP diaphysaire, la largeur proximale est faible.

Dans l'ensemble, les métapodes et surtout les MT III d'*E. grevyi* ont des proportions voisines de celles d'*E. hemionus*, ce qui se traduit par des courbes où la majorité des segments est parallèle à la ligne 0 de référence. Les différences sont dans la plus grande robustesse d'*E. grevyi* et dans la morphologie des extrémités proximales.

3. *E. burchelli boehmi* (tabl. 3 ; fig. 11-12)

Les métapodes, surtout les MT III, sont trapus. Par rapport à la largeur diaphysaire, le DAP de la diaphyse est faible. Les quilles articulaires distales sont bien développées : indices de Gromova faibles (85 et 83), indices de Staesche & Sondaar forts (125,5 et 130,5). Sur le MC III, la différence entre les logarithmes des longueurs maximale et externe est élevée, ce qui s'accorde

bien avec le fort développement de la quille. Au contraire, cette différence est faible sur le MT III, ce qui peut faire supposer une angulation particulièrement faible entre les facettes articulaires proximales. La longueur maximale des MT III est en moyenne 1,12 fois celle des MC III. *E. burchelli boehmi* est la seule espèce étudiée où la largeur proximale des MT III dépasse celle des MC III.

Sur les MC III, la largeur distale sus-articulaire est plus grande que l'articulaire. La facette articulaire postérieure pour l'unciforme est grande. Par rapport au DAP diaphysaire, la largeur proximale est faible.

Sur les MT III, les largeurs distales sont à peu près égales. Par rapport au DAP diaphysaire, la largeur proximale est forte.

4. *E. zebra hartmannae* (tabl. 4 ; fig. 13-14)

Les métapodes sont trapus. Le DAP diaphysaire est relativement faible. Les quilles articulaires présentent un développement moyen : les indices de Gromova sont de 87,5 et 87 ; ceux de Staesche & Sondaar sont de 123,5 et 128,5. Le développement moyen des quilles s'accorde mal avec une très forte différence entre les logarithmes des longueurs diaphysaires. On est ainsi conduit à supposer une angulation particulièrement forte entre les facettes articulaires proximales des métapodes. La longueur maximale du MT III est en moyenne égale à 1,12 fois celle du MC III.

Sur les MC III, la largeur sus-articulaire est plus grande que l'articulaire. Les deux facettes pour l'unciforme sont très développées.

Sur les MT III, la largeur sus-articulaire est beaucoup plus grande que l'articulaire.

5. *E. africanus* (tabl. 5 ; fig. 13-14)

Les métapodes sont les plus graciles après ceux d'*E. hemionus*. Comme chez ce dernier et *E. grevyi*, les différences entre largeur et DAP diaphysaire sont faibles ou nulles. Comme chez *E. hemionus*, le développement des quilles distales est faible : les indices de Gromova sont de 89,5 sur les MC III et de 87,5 sur les MT III ; ceux de Staesche & Sondaar sont respectivement de 121,5 et 125,5. Comme chez *E. hemionus*, le faible développement de la quille est en accord avec les faibles différences entre les logarithmes des longueurs diaphysaires. Comme chez *E. hemionus*, les MT III sont en moyenne 1,17 fois plus longs que les MC III. Les largeurs sus-articulaires sont plus grandes que les articulaires.

Sur les MC III, le diamètre de la facette articulaire postérieure pour l'unciforme est élevé. Les proportions des largeurs et DAP diaphysaires, proximaux et distaux sont comme chez *E. hemionus*; les MC III des deux espèces diffèrent par les proportions des facettes articulaires proximales et par la gracilité. Il est vrai, comme le note S. Bökönyi (1972, p. 16), que la largeur distale, et les autres dimensions de l'extrémité distale, se rapprochent plus de celles d'*E. hemionus* que les dimensions proximales et diaphysaires.

Sur les MT III, la largeur proximale est forte par rapport au DAP, comme chez *E. burchelli boehmi*.

Dans l'ensemble, malgré les points communs cités plus haut, les métapodes d'*E. africanus* diffèrent de ceux d'*E. hemionus*. Rappelons que les différences devront être précisées sur un matériel plus riche que celui que j'ai pu étudier jusqu'à présent.

6. *E. przewalskii* (tabl. 6 ; fig. 15-16)

Les métapodes sont trapus. Le DAP de la diaphyse est relativement faible. Le développement

des quilles articulaires est le plus grand des espèces actuelles : les indices de Gromova sont de 83,5 et de 82,5 ; ceux de Staesche & Sondaar sont de 127 et 133. Ces indices s'accordent bien avec les fortes différences entre les logarithmes des longueurs diaphysaires. La longueur maximale des MT III est égale en moyenne à 1,18 fois celle des MC III.

E. przewalskii est la seule espèce actuelle où la largeur articulaire distale moyenne du MC III est supérieure à la sus-articulaire. Comme chez *E. grevyi*, la facette postérieure pour l'unciforme est petite.

Sur les MT III, la largeur distale sus-articulaire est plus grande que l'articulaire. Contrairement aux remarques de V. Gromova (1949, t. 2, p. 13), il ne convient donc pas de considérer que la plus grande largeur articulaire est une caractéristique des métapodes des Caballins, et en particulier d'*E. przewalskii*, mais seulement des MC III de cette espèce (le caractère devra être étudié chez *E. caballus*). Le diamètre de la facette pour le cuboïde est élevé. Comme chez *E. burchelli boehmi* et *E. africanus*, la largeur proximale est forte par rapport aux DAP proximal et diaphysaire.

III. — ESPECES FOSSILES

Variabilité

L'étude biométrique de tout matériel, mais plus encore de matériel fossile, oblige à envisager l'alternative suivante : introduire dans l'échantillon des spécimens imparfaits (mal conservés, d'apparence pathologique, subadultes) ou d'attribution spécifique douteuse, ou bien les en exclure. La première solution peut augmenter injustement la variation apparente de l'échantillon tandis que la seconde fait courir le risque inverse. On ne fait pas toujours le même choix de sorte que la variabilité des échantillons peut paraître plus ou moins forte d'une espèce à l'autre.

Cependant, dans les grandes lignes, les coefficients de variation des échantillons fossiles (tabl. 7 à 11) diffèrent peu de ceux qu'on trouve chez les espèces actuelles (tabl. 1 à 6).

Anatomie comparée des espèces fossiles

1. *E. stenonis vireti* (tabl. 7 ; fig. 11-12)

Les métapodes sont très trapus, Au niveau de la diaphyse, les DAP sont faibles par rapport aux

largeurs. Les quilles articulaires distales sont très bien développées : indices de Gromova faibles (83,5 et 82,5) ; indices de Staesche & Sondaar forts (126,5 et 133,5) ; ces valeurs sont peu différentes de celles que nous avons trouvées chez *E. przewalskii* et sont en contradiction avec les remarques de V. Gromova (1949, t. 2, p. 14) concernant le faible développement de la quille chez *E. stenonis*. Comme chez *E. burchelli boehmi*, le développement de la quille et la différence entre les logarithmes des longueurs diaphysaires sont en rapport sur les MC III mais non sur les MT III ; peut-être peut-on supposer là encore une angulation particulièrement faible entre les facettes articulaires proximales des métapodes postérieurs. En moyenne, la longueur maximale des MT III est égale à 1,15 fois celle du MC III. Les largeurs distales sus-articulaires sont plus grandes que les articulaires.

Sur les MC III, le diamètre de la facette articulaire postérieure pour l'unciforme est grand. Comme chez *E. grevyi* et *E. burchelli boehmi*, la largeur proximale est faible par rapport au DAP diaphysaire.

Dans l'ensemble, les métapodes et surtout les

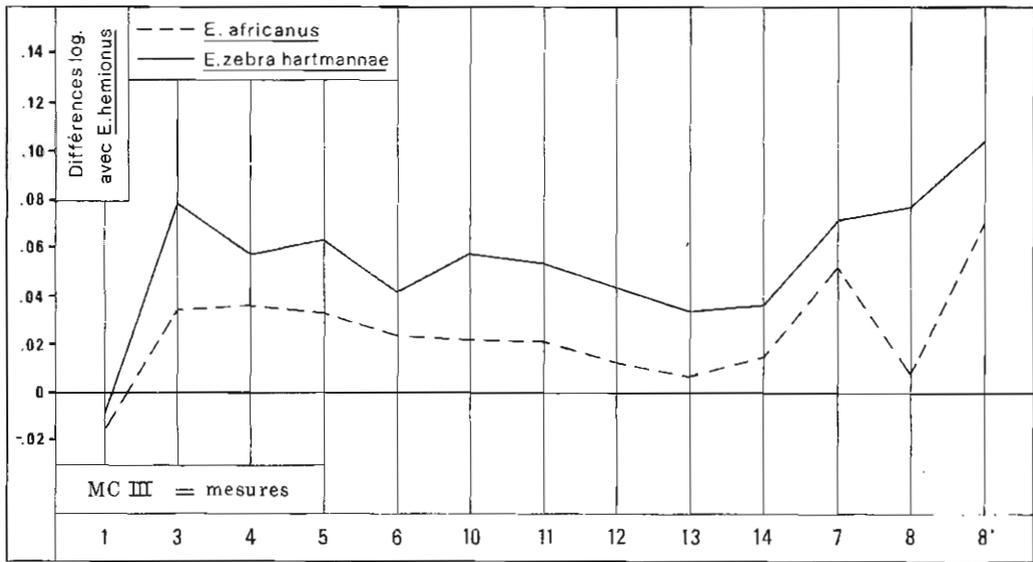


Fig. 13 - Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MC III d'*E. zebra hartmannae* et d'*E. africanus*. Mêmes légendes que pour la fig. 9.

Ratio-diagram of the mean dimensions of *E. zebra hartmannae* and *E. africanus* third metacarpals. Same legends as for fig. 9.

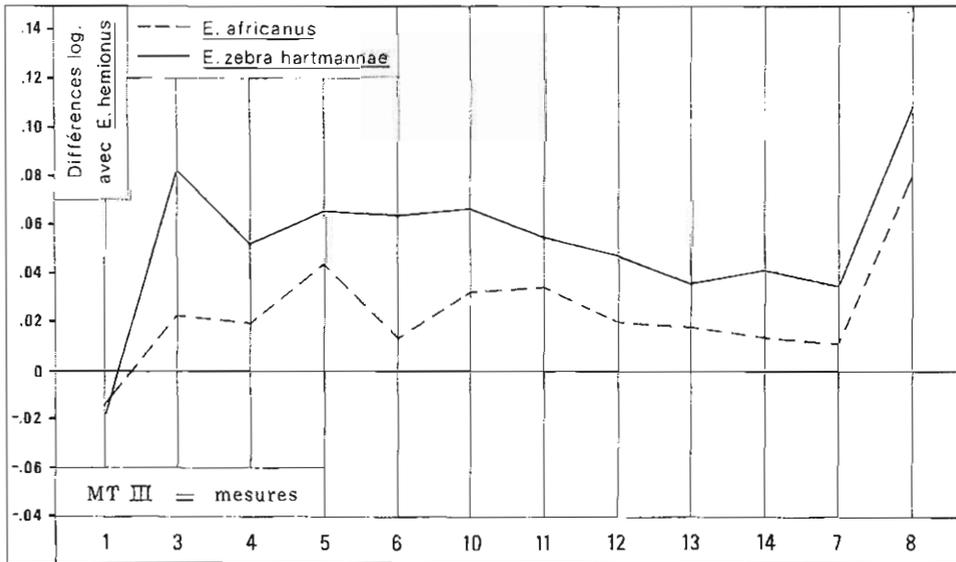


Fig. 14 - Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MT III d'*E. zebra hartmannae* et d'*E. africanus*. Mêmes légendes que pour la fig. 10.

Ratio-diagram of the mean dimensions of *E. zebra hartmannae* and *E. africanus* third metatarsals. Same legends as for fig. 10.

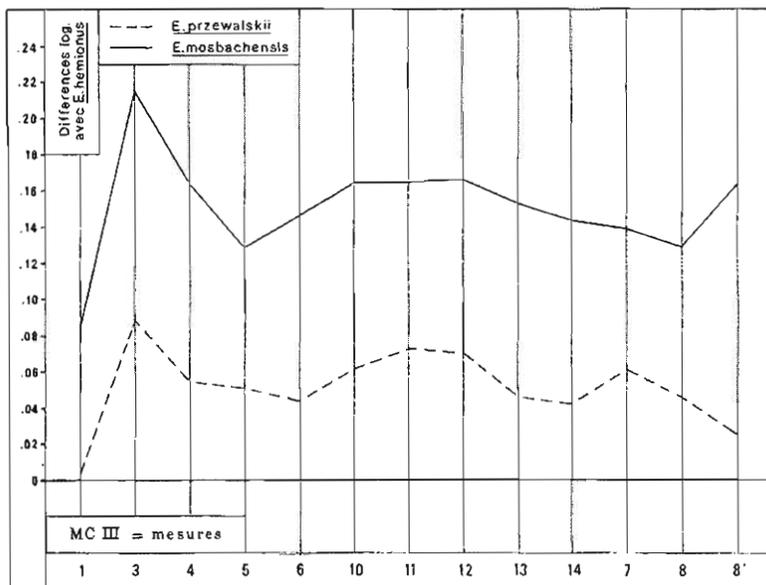


Fig. 15 — Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MC III d'*E. przewalskii* et d'*E. mosbachensis*. Mêmes légendes que pour la fig. 9.

Ratio-diagram of the mean dimensions of *E. przewalskii* and *E. mosbachensis* third metacarpals. Same legends as for fig. 9.

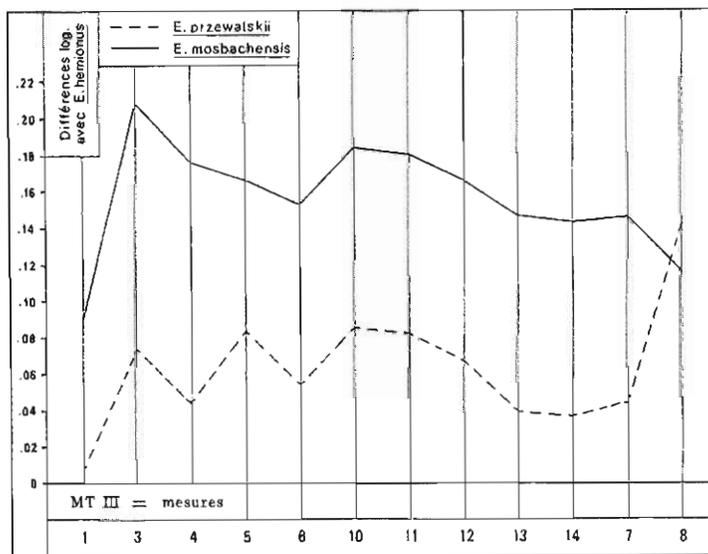


Fig. 16 — Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MT III d'*E. przewalskii* et d'*E. mosbachensis*. Mêmes légendes que pour la fig. 10.

Ratio-diagram of the mean dimensions of *E. przewalskii* and *E. mosbachensis* third metatarsals. Same legends as for fig. 10.

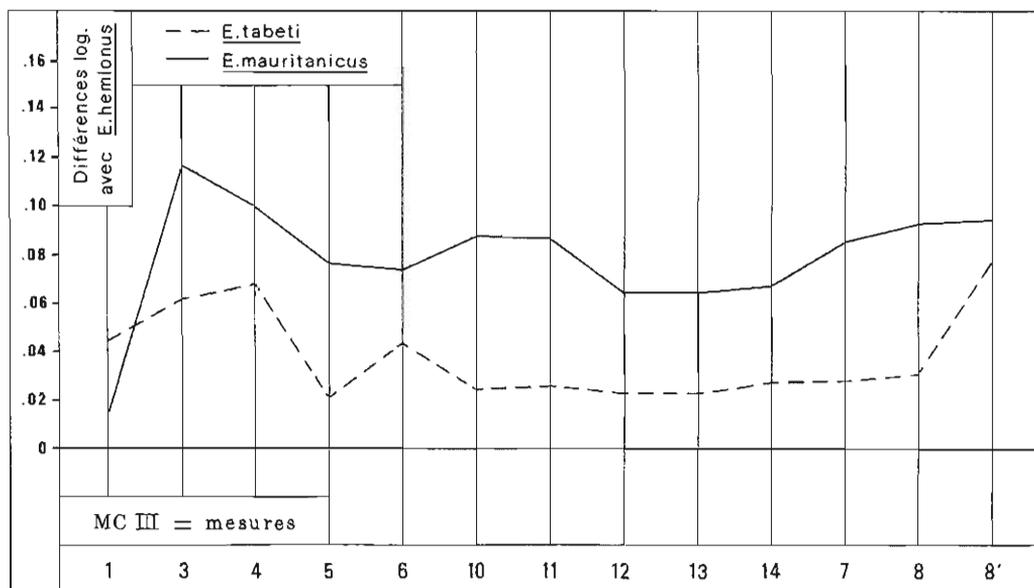


Fig. 17 -- Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MC III d'*E. mauritanicus* et d'*E. tabeti*. Mêmes légendes que pour la fig. 9.

Ratio-diagram of the mean dimensions of *E. mauritanicus* and *E. tabeti* third metacarpals. Same legends as for fig. 9.

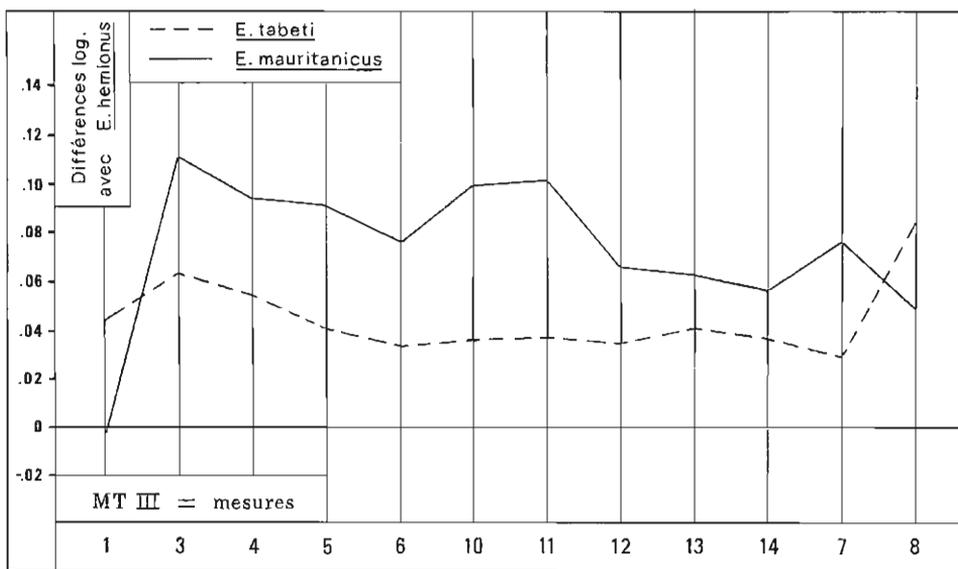


Fig. 18 -- Diagramme des rapports des dimensions moyennes des MT III d'*E. mauritanicus* et d'*E. tabeti*. Mêmes légendes que pour la fig. 10.

Ratio-diagram of the mean dimensions of *E. mauritanicus* and *E. tabeti* third metatarsals. Same legends as for fig. 10.

MC III d'*E. stenonis vireti* ont des proportions voisines de celles qu'on trouve chez *E. burchelli boehmi*.

2. *E. stenonis* cf. *vireti* (tabl. 8 ; fig. 11-12)

Les coefficients de variation des largeurs diaphysaires sont anormalement élevés parce que des spécimens probablement immatures ont été inclus dans l'échantillon. Les métapodes d'*E. stenonis* cf. *vireti* de La Puebla de Valverde sont moins trapus que ceux d'*E. stenonis vireti* de Saint-Vallier ; par ailleurs, il y a peu de différences entre les métapodes des deux, de même qu'il y a peu de différences au niveau des crânes et des jugales (Eisenmann, 1979a).

Toutefois, les quilles articulaires sont un peu moins développées : indices de Gromova de 85,5 et de 83 ; indices de Staesche & Sondaar de 125,5 et 133 (il existe une discordance entre le développement assez fort de la quille sur le MC III et la différence assez faible entre les logarithmes des longueurs diaphysaires de cet os). En outre, la largeur sus-articulaire distale est un peu plus forte que l'articulaire sur le MC III, beaucoup plus forte sur le MT III alors que les différences sont moyennes chez *E. stenonis vireti*, tant sur les MC III que sur les MT III.

Comme chez *E. stenonis vireti*, la longueur maximale des MT III est égale en moyenne à 1,15 fois celle des MC III.

3. *E. tabeti* (tabl. 9 ; fig. 17-18)

Les métapodes sont presque aussi grâcles que ceux d'*E. hemionus*, plus grâcles que ceux d'*E. africanus* (fig. 13-14). Comme chez ces deux espèces et *E. grevyi*, les différences entre largeurs et DAP diaphysaires sont faibles. Les quilles articulaires distales sont très peu développées, moins que chez toutes les autres espèces étudiées : les indices de Gromova sont de 90 et 89, ceux de Staesche & Sondaar, de 125,5 et 123,5. En accord avec le faible développement des quilles, les différences entre les logarithmes des longueurs diaphysaires sont faibles, elles aussi. Comme chez *E. hemionus* et *E. africanus*, la longueur maximale des MT III est égale en moyenne à 1,17 fois celle des MC III.

Sur les MC III, la facette postérieure pour l'unciforme est bien développée comme chez *E. africanus*, à la différence d'*E. hemionus*. Mais les proportions des autres facettes articulaires proximales rappellent davantage *E. hemionus* qu'*E. africanus*. Enfin la largeur proximale est faible par rapport

aux DAP diaphysaire et proximal, ce qui distingue *E. tabeti* à la fois d'*E. africanus* et d'*E. hemionus*. Les largeurs distales sont égales.

Les MT III diffèrent très peu de ceux d'*E. hemionus*, sauf par un développement plus grand de la facette pour le cuboïde.

Dans l'ensemble les métapodes d'*E. tabeti* ressemblent plus à ceux d'*E. hemionus* qu'à ceux d'*E. africanus* et ne permettent pas d'en faire une espèce asinienne comme le voulait C. Arambourg (1970, p. 107). Il est plus probable, comme l'ont montré les jugales supérieures et inférieures de cette espèce, qu'*E. tabeti* est un rameau latéral issu du tronc commun des Asiniens et des Hémioniens (Eisenmann, 1979b).

4. *E. mauritanicus* (tabl. 10 ; fig. 17-18)

Parmi les métapodes provenant de Ternifine, il existe 4 MC III (Coll. du MNHN, Paris : TER 403, 404, 405 et 406) et 4 MT III (TER 533, 534, 535 et 536) dont les grandes dimensions et la gracilité relative m'ont d'abord paru indiquer la présence d'une espèce autre qu'*E. mauritanicus* à Ternifine. Devant l'homogénéité spécifique apparente du matériel crânien et dentaire, j'ai renoncé à cette hypothèse ; le tableau 10 présente donc les données concernant l'ensemble des métapodes.

Toutefois, comme de nombreux MT III, notamment les plus longs, sont dans un état de conservation qui interdit de mesurer la longueur externe, la différence entre les logarithmes de celle-ci et de la longueur maximale a été calculée seulement sur les spécimens où les deux longueurs sont mesurables.

Les métapodes sont trapus. Les quilles articulaires distales sont à peu près développées comme chez *E. hemionus* : indices de Gromova de 89,5 et 87 ; indices de Staesche & Sondaar de 120 et 126,5. Corrélativement, les différences entre les logarithmes des longueurs externes sont faibles. La longueur maximale des MT III est en moyenne égale à 1,12 fois celle des MC III. Les largeurs sus-articulaires dépassent un peu les articulaires.

Sur les MC III, les DAP sont faibles par rapport aux largeurs. Comme chez la plupart des espèces, la largeur proximale est faible par rapport au DAP diaphysaire.

Sur les MT III, le diamètre de la facette articulaire avec le cuboïde est faible, ce qui distingue *E. mauritanicus* de toutes les espèces étudiées jusqu'à présent. Le DAP est peu différent de la largeur diaphysaire.

Dans l'ensemble, les MC III d'*E. mauritanicus*

ressemblent assez à ceux des *E. stenorhis* et *E. burchelli boehmi* (fig. 11), ce qui s'accorde bien avec ce qui a été supposé sur les relations phylétiques de cette espèce après étude des crânes et des dents (Eisenmann, 1979a et b). La ressemblance entre les MT III est moins nette surtout à cause du faible développement de la facette pour le cuboïde (fig. 12).

5. *E. mosbachensis* (tabl. 11, fig. 15-16)

Parmi les métapodes appartenant aux collections de Mosbach du Musée de Mayence, il existe deux métacarpiens (1949/245 et 1955/916) et quatre métatarsiens (1958/297, 1958/743, 1968/48 et 1969/52) qui sont beaucoup trop petits pour appartenir à la même espèce que le reste des métapodes ; ils n'ont pas été inclus dans les données du tabl. 11.

Les métapodes sont trapus. Au niveau de la diaphyse, les DAP sont faibles par rapport aux largeurs. Les quilles articulaires distales sont bien développées, moins toutefois que chez *E. przewalskii*.

walskii : les indices de Gromova sont de 84,5 et 84, ceux de Staesche & Sondaar de 124,5 et 130,5. Sur les MC III, la différence entre les logarithmes des longueurs diaphysaires est en accord avec le fort développement de la quille mais sur les MT III, cette différence est relativement faible. En moyenne, la longueur maximale des MT III est égale à 1,18 fois celle des MC III, comme chez *E. przewalskii*.

Les MC III ressemblent à ceux d'*E. przewalskii* mais on note les différences suivantes : par rapport au DAP diaphysaire, la largeur proximale est plus petite ; la largeur sus-articulaire égale l'articulaire (au lieu d'être plus petite) ; la facette postérieure pour l'unciforme est plus grande.

Les MT III ressemblent plus à ceux d'*E. mauritanicus* (fig. 18) qu'à ceux d'*E. przewalskii* dont ils diffèrent par : une robustesse plus forte, une largeur proximale plus faible, une facette articulaire pour le cuboïde moins développée. Comme chez *E. przewalskii*, la largeur sus-articulaire dépasse l'articulaire.

IV. — CONCLUSIONS

Matériel actuel

Il convient d'attirer l'attention sur la rareté relative des squelettes post-craniens d'*Equus* sauvages dans les collections d'ostéologie comparée : un seul squelette pour environ trois crânes. Le cas des ânes sauvages, qui semblent actuellement en voie d'extinction, est particulièrement inquiétant : pour 28 musées européens et africains, il n'y a qu'une dizaine de squelettes d'*E. africanus*.

Techniques de mesures

Les systèmes employés se sont révélés satisfaisants dans l'ensemble sauf sous deux aspects. Les mesures des diamètres des facettes articulaires pour le trapézoïde sur le MC III et pour le petit cunéiforme sur le MT III sont trop variables pour présenter un grand intérêt. En revanche, il conviendrait (malgré les difficultés pratiques) de mesurer les angles entre les facettes articulaires proximales des MC III et des MT III.

Corrélations probables entre les caractères présentés par les MC III et les MT III

Dans la plupart des cas, une forte différence entre les logarithmes des longueurs diaphysaires s'accompagne d'un fort développement de la quille articulaire distale. Le même caractère pourrait aussi s'expliquer par une forte angulation entre les facettes proximales ; ce point reste à préciser.

A l'exception des MT III d'*E. mauritanicus*, la gracilité de la diaphyse s'accompagne de DAP diaphysaires relativement élevés.

Corrélations et absences de corrélations entre les caractères présentés par les MC III et les MT III de la même espèce

La quille articulaire distale est toujours plus développée sur les MT III que sur les MC III ; dans certains cas, l'écart est particulièrement grand : *E. grevyi*, *E. mauritanicus*.

Il ne semble pas y avoir de corrélation entre le développement des tubérosités sus-articulaires sur les métapodes antérieurs et postérieurs. Ainsi, chez *E. przewalskii*, la largeur sus-articulaire est nettement plus petite que l'articulaire sur le MC III, nettement plus grande sur le MT III; chez *E. burchelli boehmi*, les deux largeurs sont presque égales sur les MT III alors que la première est nettement plus grande sur le MC III.

Morphologie, fonction et évolution

Les Equidés sont souvent considérés comme un groupe « exemplaire » permettant d'illustrer au mieux les transformations adaptatives de la dentition et du squelette au cours de l'évolution. De nombreux auteurs se sont attachés à expliquer en termes d'anatomie fonctionnelle les différences ostéologiques entre les membres de cette famille (Camp & Smith, 1942; Gromova, 1949 et 1952; Sondaar, 1968; Forstén, 1973; Zhegallo, 1978). Il faut avouer cependant que des observations insuffisantes ont parfois engendré des explications fonctionnelles et évolutives satisfaisantes pour l'esprit mais inexactes.

1. Le développement des tubérosités sus-articulaires distales des métapodes est considéré comme lié à la présence de doigts latéraux. D'après V. Gromova (1949, t. 2 p. 12), le « souvenir » du stade tridactyle est conservé au niveau des métapodes de certains *Equus* où il se manifeste par une prépondérance de la largeur sus-articulaire sur l'articulaire. D'après le même auteur, les métapodes des Caballins actuels (*E. przewalskii* et *E. caballus*) sont à cet égard évolués : la largeur sus-articulaire est chez eux plus petite ou égale à l'articulaire. A propos du même caractère P. Sondaar (1968, p. 31) note qu'on le trouve sur les MC III d'Equidés monodactyles tandis que les tridactyles présentent une prépondérance de la largeur sus-articulaire. A. Forstén (1973, p. 6) critique cette généralisation : un quart seulement de son échantillon d'*Equus* présente des proportions de formes monodactyles.

La présente étude apporte quelques précisions à ce sujet :

- parmi les *Equus* sauvages actuels, la largeur articulaire dépasse en moyenne la sus-articulaire sur les seuls MC III d'*E. przewalskii* (le cas des chevaux domestiques devra être étudié ultérieurement) ;
- par ailleurs, les deux largeurs sont égales sur les MC III de deux espèces fossiles, dont

une caballine (*E. mosbachensis*) et une à affinités asiniennes et hémioniennes (*E. tabeti*) ;

- dans tous les autres cas, la largeur sus-articulaire dépasse l'articulaire. Le caractère considéré comme « évolué » n'est donc caractéristique ni de toutes les formes monodactyles ni même de tous les métapodes des Caballins.

2. V. Gromova (1949, t. 2, p. 14) semble avoir été le premier auteur à insister sur l'intérêt fonctionnel du développement de la quille distale dans l'adaptation à la course des Equidés monodactyles. Si son interprétation fonctionnelle paraît justifiée, il est en revanche impossible de la suivre dans toutes ses remarques concernant les différentes espèces d'*Equus* et leur caractère plus ou moins primitif :

- il est vrai que la quille est fort développée chez *E. przewalskii* et certains Caballins fossiles comme *E. mosbachensis* mais c'est aussi le cas d'*E. burchelli boehmi* ;
- par conséquent on ne peut pas dire que les Caballins se distinguent de toutes les autres espèces actuelles par ce caractère. Il n'y a pas non plus de raison de considérer que les trois espèces de Zèbres actuels forment un tout : la quille est très forte chez *E. burchelli boehmi*, moyennement développée chez *E. zebra hartmannae*; *E. grevyi* se singularise par un développement beaucoup plus fort de la quille sur les MT III que sur les MC III ;
- on ne peut pas non plus suivre V. Gromova lorsqu'elle note que la quille est moins développée chez les espèces pliocènes que chez les pléistocènes : deux formes au moins d'*E. stenorhis*, appartenant probablement toutes deux au Villafranchien moyen (Heintz, 1970, p. 285 et 290) ont des quilles à peu près aussi développées que les Caballins actuels ;
- enfin il ne semble pas démontré que les Anes sauvages et les Hémiones, chez qui la quille est faible, soient moins bien adaptés à la course que les Chevaux de Przewalski, chez qui la quille est forte.

3. P. Sondaar (1968, p. 23) note que les Equidés les plus anciens ont des DAP relativement élevés sur les MC III et que l'évolution s'accompagne d'un aplatissement de l'extrémité proximale de ceux-ci. Ses remarques sont confirmées dans les grandes lignes par A. Forstén (1973, p. 4) qui note cependant qu'il existe bien des variations et des

chevauchements de valeurs qui n'apparaissent que sur des échantillons suffisamment riches.

Les *Equus* étudiés ici permettent de faire les remarques suivantes. Si on compare les DAP diaphysaires aux largeurs proximales, on note que la plupart des formes actuelles ont des DAP relativement plus faibles que les *E. stenonis*, *E. tabeti* et *E. mosbachensis*. Toutefois, *E. grevyi* se comporte comme une espèce fossile et, par ailleurs, il n'y a pas de différence entre des espèces villafranchiennes (*E. stenonis*), du Pléistocène moyen (*E. mauritanicus*) et actuelle (*E. burchelli boehmi*).

4. A. Forstén (1973, p. 5) note que les changements de proportions des extrémités proximales des MT III sont souvent l'inverse de ceux des MC III. Les formes anciennes ont en général des MT III plus aplatis que les formes plus récentes.

D'après mon matériel, la plupart des espèces actuelles ont au contraire des largeurs proximales relativement élevées par rapport aux DAP diaphysaires et parfois proximaux ; font toutefois exception *E. hemionus* et *E. grevyi*. Les espèces fossiles ont, à l'inverse, des largeurs proximales moins développées, en tout cas par rapport aux DAP proximaux.

5. En conclusion, il semble que les interprétations fonctionnelles et évolutives sont plus aisées et plus justifiées lorsqu'elles concernent des groupes différenciant au moins au niveau générique ; ces interprétations sont beaucoup plus sujettes à caution lorsqu'on a affaire à diverses espèces d'un même genre qui, d'un point de vue fonctionnel, ne peuvent pas différer entre elles de façon fondamentale, et lorsque la détermination de ce qui est plésiomorphe ou apomorphe est incertaine.

Morphologie et phylogénie

Malgré les réticences exprimées plus haut, il peut être intéressant de tenter une interprétation phylétique des *Equus* étudiés d'après la morphologie de leurs métapodes et de la confronter avec celle qui a été proposée après étude des crânes et des dents (Eisenmann, 1979a et b).

Dans un premier temps, j'ai essayé d'établir un cladogramme uniquement d'après les caractères des métapodes. Deux modalités (plésiomorphe et apomorphe) ont été supposées pour chacun des 6 caractères énumérés plus bas ; les noms des espèces actuelles qui présentent la modalité apomorphe

d'un caractère sont inscrits à la suite du caractère en question :

1. développement de la quille distale : *E. burchelli boehmi* et *E. przewalskii* ;
2. prépondérance de la largeur articulaire distale sur le MC III : *E. przewalskii* ;
3. prépondérance relative de la largeur articulaire distale sur le MT III : *E. burchelli boehmi*, *E. africanus*, *E. hemionus* ;
4. aplatissement relatif de l'extrémité proximale du MC III : *E. zebra hartmannae*, *E. africanus*, *E. hemionus*, *E. przewalskii* ;
5. aplatissement relatif de l'extrémité proximale du MT III : *E. burchelli boehmi* ; *E. zebra hartmannae*, *E. africanus*, *E. przewalskii* ;
6. développement de la facette articulaire postérieure pour l'unciforme sur le MC III : *E. burchelli boehmi*.

On remarque qu'il existe exactement le même nombre de synapomorphies éventuelles entre *E. burchelli boehmi* et *E. przewalskii*, entre *E. zebra hartmannae* et *E. africanus* et entre *E. africanus* et *E. hemionus*, par conséquent aucune indication phylétique précise ne peut être proposée à partir de notre étude des métapodes. Par ailleurs, il est intéressant de noter que les couples d'espèces qui

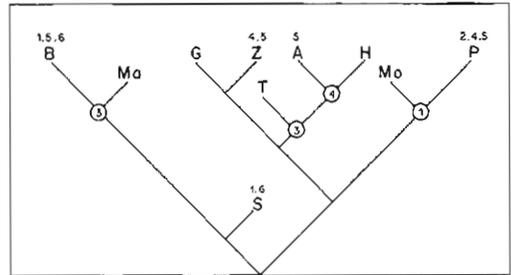


Fig. 19 — Relations phylétiques des espèces du genre *Equus* : A = *E. africanus* ; B = *E. burchelli boehmi* ; G = *E. grevyi* ; H = *E. hemionus* ; Ma = *E. mauritanicus* ; Mo = *E. mosbachensis* ; P = *E. przewalskii* ; S = *E. stenonis* ; T = *E. tabeti*. Les caractères supposés apomorphes 1 à 6 concernent, 1 = le développement de la quille articulaire ; 2 et 3 = les largeurs articulaires distales des MC III et MT III ; 4 et 5 = les aplatissements proximaux des MC III et MT III ; 6 = le développement de la facette articulaire postérieure pour l'unciforme sur le MC III.

Phyletic relations inside the genus *Equus* : A = *E. africanus* ; B = *E. burchelli boehmi* ; G = *E. grevyi* ; H = *E. hemionus* ; Ma = *E. mauritanicus* ; Mo = *E. mosbachensis* ; P = *E. przewalskii* ; S = *E. stenonis* ; T = *E. tabeti*. Supposedly apomorphs characters 1 to 6 concern, 1 = the development of the distal articular keel ; 2 and 3 = the articular distal widths of third metacarpals and metatarsals ; 4 and 5 = the proximal flattening of third metacarpals and metatarsals ; 6 = the development of the posterior articular facet for the hamatum of the third metacarpal.

présentent des caractères semblables sur les métapodes font partie de ceux qui, lors de l'étude multidimensionnelle des crânes (Eisenmann & Turlot, 1978), ont conduit à adopter une représentation circulaire des affinités morphologiques (représentation d'ailleurs déjà proposée par Bourdelle, 1944). Il existe donc une certaine concordance entre les ressemblances craniennes et métapodiales, quelle que soit leur cause.

Dans un deuxième temps, j'ai repris le cladogramme proposé à partir de données crâniennes et dentaires (Eisenmann, 1979b, fig. 3) et j'ai porté sur ce schéma phylétique les interprétations des six caractères métapodiaux énumérés précédemment. La figure 19 montre l'existence de nombreux parallélismes mais pas de contradiction majeure avec les hypothèses précédentes. En ce qui concerne la position des espèces fossiles, on note que :

— *E. stenonis* présente des quilles articulaires et une facette pour l'unciforme trop évoluées

pour pouvoir être considéré, comme il l'a souvent été, l'ancêtre de tous les *Equus* ; il peut occuper une place latérale sur le tronc des Couaggas ;

— *E. mauritanicus*, tantôt moins, tantôt aussi évolué qu'*E. burchelli boehmi*, peut, lui aussi, garder une place en dérivation sur le tronc des Couaggas ;

— *E. tabeti* présente les mêmes stades ou des stades de développement inférieur à ceux d'*E. africanus* et *E. hemionus* et peut constituer, d'après ses métapodes comme d'après ses dents, un rameau latéral du tronc commun aux Asiniens et Hémioniens ;

— *E. mosbachensis* est plus évolué qu'*E. przewalskii* par le développement de sa facette pour l'unciforme et ne peut donc pas être son ancêtre direct ; les données crâniennes et dentaires n'avaient pas permis de préciser la place d'*E. mosbachensis* parmi les Caballins.

V. — REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARAMBOURG C. (1970). — Les Vertébrés du Pléistocène de l'Afrique du Nord. *Arch. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, 7^e sér., t. 10, 128 p., 67 fig., 24 pl., 57 tabl.

BÖKÖNYI S. (1972). — Appendix A. Once more on the osteological differences of the Horse, the half-Ass and the Ass. In L. Firouz, The Caspian miniature horse of Iran. *Field Res. Proj.*, n° 64, Miami, p. 12-17, 6 fig.

BOURDELLE E. (1944). — Chevaux, ânes et zèbres. *Bull. Conf. Soc. Acclim. Fr.*, Paris, 91, p. 49-71, 17 fig., 2 pl.

CAMP C. L. & SMITH N. (1942). — Phylogeny and function of the digital ligaments of the horse. *Mem. Univ. California*, Berkeley, vol. 13, n° 2, p. 69-124, 41 fig., 4 pl.

EISENMANN V. & DE GIULI C. (1974). — Caractères distinctifs entre vrais Zèbres (*Equus zebra*) et Zèbres de Chapman (*Equus burchelli anti-quorum*) d'après l'étude de 60 têtes osseuses. *Mammalia*, Paris, 38, n° 3, p. 509-543, 7 fig., 4 tabl.

EISENMANN V. & TURLOT J. C. (1978). — Sur la taxinomie du genre *Equus* : description et discri-

mination des espèces actuelles d'après les données crâniométriques. *Les Cahiers de l'Analyse des Données*, Paris, 3, n° 2, p. 179-201, 11 fig.

EISENMANN V. (1979a). — Les Chevaux (*Equus sensu lato*) fossiles et actuels : étude craniologique et odontologique. *Thèse Doctorat Etat Sci. Nat.*, Univ Pierre et Marie Curie, Paris, 444 p., 121 fig., 106 tabl., 28 pl.

EISENMANN V. (1979b). — Caractères évolutifs et phylogénie du genre *Equus* (*Mammalia, Perissodactyla*). *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 288, Série D, p. 497-500, 3 fig.

FORSTÉN A. (1973). — Evolutionary changes in the metapodials of fossil horses. *Comm. Biologicae*, Helsinki, vol. 69, p. 1-18, 7 fig., 5 tabl.

GROMOVA V. (1949). — Istorija loshadej (roda *Equus*) v starom svete. Chast'1. Obzor i opisanie form. *Trudy Pal. Inst. Akad. Nauk SSSR*, 17, n° 1, 373 p., 53 fig., 8 pl., 20 tabl.

GROMOVA V. (1949). — Istorija loshadej (roda *Equus*) v starom svete. Chast'2. Evoljutsija i klassifikatsija roda. *Trudy Pal. Inst. Akad. Nauk SSSR*, 17, n° 2, 162 p., 15 fig., 30 tabl.

GROMOVA V. (1952). — Gippariony (rod *Hipparion*) po materialam Taraklii, Pavlodara i drugim. *Trudy Pal. Inst. Akad. Nauk SSSR*, 36, 475 p., 54 fig., 136 tabl., 13 pl. 17 tabl. h.-t.

HEINTZ E. (1970). — Les Cervidés villafranchiens de France et d'Espagne. Vol. 1 : textes et planches. Vol. 2 : figures et tableaux. *Mém. Mus. nat. Hist. nat.*, Paris, N. S. (série C), 22, 303-15 p., 40 pl., 319 fig., 131 tabl.

SEN S., SONDAAR P. Y. & STAESCHE U. (1978). — The biostratigraphical applications of the genus *Hipparion* with special references to the Turkish representatives. *Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch.*, Amsterdam, Proceedings, series B, vol. 81, n° 3, p. 370-385, 4 tabl.

SIMPSON G. G. (1941). — Large pleistocene felines of North America. *Am. Mus. Novitates*, New-York, n° 1136, p. 1-27, 11 fig.

SONDAAR P. (1968). — The osteology of the manus of fossil and recent *Equidae* with special reference to phylogeny and function. *Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch.*, Amsterdam, 25, n° 1, 76 p., 25 fig., 5 pl., 18 tabl.

STAESCHE U. & SONDAAR P. Y. (sous presse). — *Hipparion* aus dem Vallesium und Turolium der Türkei. *Geol. Jb.*, Hannover.

ZHEGALLO V. I. (1978). — The Hipparions of Central Asia. *Transactions of the joint soviet-mongolian expedition*, vol. 7, Nauka, Moscou, 152 p., 80 fig., en russe.

Manuscrit reçu le 23-08-79

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	22	214,1	196	229	9,36	4,37
	2	21	207,4	193	221	8,65	4,17
	3	22	25,7	23	28	1,38	5,39
	4	21	21,1	19	24	1,27	6,01
	5	21	43,2	40	46,8	2,11	4,88
	6	20	27	24	30	1,49	5,51
	7	20	34	31	38	1,99	5,84
	8	20	12,8	11	14	0,88	6,90
	8'	19	6,7	5	8	0,65	9,72
	9	20	2,9	0	5	1,54	52,50
	10	21	38,9	36	41,6	1,50	3,86
	11	21	38,7	37	42	1,36	3,51
	12	21	29,3	26,5	33	1,64	5,61
	13	21	24,3	22,5	27	1,13	4,64
14	20	26,1	24	28	0,94	3,61	
MT III	1	22	250,6	230	272	10,36	4,13
	2	20	243,9	226	257	8,32	3,41
	3	22	25,2	23	27	1,05	4,17
	4	21	25,3	24	27	0,88	3,49
	5	20	40,5	37	43	2,06	5,08
	6	20	35,1	33	39	1,43	4,07
	7	19	35,9	33	39	1,58	4,41
	8	19	9	5	10,5	1,30	14,45
	9	19	6,6	5	8	0,89	13,42
	10	22	38	35,5	41	1,39	3,67
	11	22	37,5	35	41,5	1,78	4,74
	12	20	30	27	33	1,26	4,21
	13	20	23,9	22	26	1,07	4,47
	14	19	26,5	24,5	29	1,16	4,39

Tabl. 1 — *Equus hemionus* : métapodes.

MC III = troisième métacarpien ; MT III = troisième métatarsien. n = nombre de spécimens mesurés ; \bar{x} = moyenne ; min. = valeur minimale observée ; max. = valeur maximale observée ; s = écart-type ; v = coefficient de variation.

***Equus hemionus* : metapodials**

MC III = third metacarpal ; MT III = metatarsal. n = number of observations ; \bar{x} = mean ; min. = minimum observed value ; max. = maximum observed value ; s = standard deviation ; v = coefficient of variation.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	21	232,2	219,5	243,5	6,08	2,61
	2	21	225,2	213,6	236	6,02	2,67
	3	21	32,1	29,5	34,5	1,53	4,76
	4	21	25,7	25,1	28,4	0,87	3,27
	5	21	52,8	50	55,8	1,71	3,25
	6	21	31,9	30,2	34	1,12	3,52
	7	21	42,8	40	45	1,42	3,33
	8	21	15	13	17	1,09	7,30
	9	21	7,4	6	9	1,10	14,95
	10	21	1,2	0	4	1,69	139,86
	11	21	46,1	42,6	49,5	1,97	4,27
	12	21	45,7	43	48	1,47	3,22
	13	21	34,4	32	36,5	1,12	3,26
	14	21	28,3	26,5	29,7	0,76	2,70
			30,3	28,2	32	0,85	2,83
MT III	1	21	266,5	253,3	281,5	6,29	2,36
	2	21	261,2	248,6	275	6,30	2,41
	3	21	31,3	28,5	34	1,55	4,96
	4	21	31,2	28,7	33,2	1,27	4,09
	5	21	50,2	47	53	1,78	3,55
	6	21	43,3	41,2	45	1,38	3,19
	7	21	44,8	42	47,8	1,44	3,21
	8	21	11,3	8,5	13	1,14	10,11
	9	21	6,9	4,5	9	1,04	15,09
	10	20	46,5	41,4	49	2,19	4,71
	11	21	45,4	43	47,2	1,31	2,88
	12	21	36,5	34,5	39	1,08	2,95
	13	21	28,2	26,4	30	0,90	3,18
	14	21	30,8	28,9	32	0,92	2,98

Tabl. 2 — *Equus grevyi* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.
Equus grevyi : metapodials.
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	25	201,7	186,3	209	5,24	2,59
	2	24	193,7	179,2	200,5	5,12	2,64
	3	25	30,2	27,9	32,2	1,09	3,60
	4	25	23,4	21,9	25,3	0,88	3,79
	5	25	45,6	42,4	50	2,11	4,64
	6	25	28,9	26,1	31,5	1,35	4,69
	7	25	36,9	33,2	40	2,05	5,56
	8	25	13,7	12	15,8	0,96	7,00
	8 ¹	24	9,2	7	11	0,91	9,85
	9	25	2,3	0	5,6	2,01	87,75
	10	25	43,7	40	46,7	1,78	4,08
	11	25	42,5	40,4	45,4	1,57	3,68
	12	24	31,4	29,4	33,2	1,08	3,43
	13	25	25	22,8	26,6	0,98	3,92
14	25	26,7	24,4	29	1,05	3,95	
MT III	1	25	226,4	210	234,4	5,85	2,58
	2	24	221,7	206,3	229,3	5,76	2,59
	3	25	29,9	28,2	32,5	1,13	3,77
	4	25	27,6	26	30	1,27	4,61
	5	25	46	42,9	50	2,14	4,65
	6	25	37,8	35	41	1,53	4,05
	7	25	40,1	37,4	43	1,72	4,28
	8	25	10,4	8,2	13,7	1,35	13,04
	9	25	7,5	4	9	1,21	16,27
	10	25	43	39,8	46,7	1,90	4,41
	11	25	42,9	40	46,9	2,07	4,84
	12	25	32,8	31	35,2	1,21	3,70
	13	25	25,1	23,4	26,6	0,87	3,48
	14	25	27,2	25,4	29	1,02	3,75

Tabl. 3 — *Equus burchelli boehmi* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.
Equus burchelli boehmi : metapodials
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	14	208,7	201,5	217	4,33	2,07
	2	14	200,8	192	209	4,56	2,27
	3	14	30,8	28	33	1,20	3,90
	4	14	24,1	23	26	0,88	3,67
	5	14	49,9	48	54,5	1,65	3,31
	6	14	29,7	27	33	1,53	5,14
	7	14	40,2	38,5	45	1,67	4,16
	8	14	15,2	13,5	16,5	0,89	5,86
	8 ¹	14	8,5	7	11	1,27	14,81
	9	13	2,2	0	5	1,80	80,61
	10	14	44,4	41,5	46,5	1,53	3,45
	11	14	43,7	42	46	1,16	2,66
	12	14	32,5	31	34,2	1,06	3,27
	13	14	26,3	25	28	1,05	3,98
14	14	28,4	27	31,2	0,98	3,45	
MT III	1	15	235,1	227	243	4,46	1,90
	2	15	228	221	236	4,55	1,99
	3	15	30,5	28	32,5	1,24	4,06
	4	15	28,6	27	30	1,07	3,75
	5	14	47,1	45	48	1,17	2,47
	6	15	40,7	38	45	1,89	4,64
	7	15	41,7	39	44	1,33	3,20
	8	14	11,5	10	13	0,93	8,11
	9	15	7	5,5	9	1,12	16,15
	10	15	44,2	42	46	1,00	2,27
	11	15	42,5	41	44	0,75	1,77
	12	15	33,4	31,5	35	0,86	2,57
	13	15	26	24	27	0,87	3,35
	14	15	29,1	28	31	1,14	3,91

Tabl. 4 — *Equus zebra hartmannae* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.

Equus zebra hartmannae : metapodials.
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	8	206,6	198,5	215	6,36	3,08
	2	8	200,8	191	209	6,31	3,14
	3	8	27,8	26	29,5	1,42	5,14
	4	7	22,9	22	24	0,84	3,65
	5	8	46,6	44,3	48	1,35	2,90
	6	8	28,6	27	30	0,88	3,08
	7	8	38,2	37	40	0,89	2,32
	8	8	13	11	15	1,28	9,85
	8 ¹	7	7,8	7	9,5	1,07	13,61
	9	8	3,7	0	6,5	2,45	66,94
	10	8	40,9	40	44	1,45	3,54
	11	8	40,6	38,9	43	1,20	2,95
	12	8	30,1	29	31,5	1,21	4,04
	13	8	24,8	23,5	27	1,20	4,83
14	8	27	25,1	29	1,37	5,07	
MT III	1	8	242,9	232	255	7,61	3,13
	2	8	238,1	227	250	8,38	3,52
	3	8	26,5	24,5	29	1,47	5,55
	4	7	26,5	24,5	29	1,50	5,66
	5	8	44,7	43,5	47	1,10	2,46
	6	8	36,1	32,5	38	1,71	4,72
	7	8	39,4	36	43	1,90	4,83
	8	8	10,8	8,7	14	1,97	18,27
	9	8	5,5	3	7	1,25	22,54
	10	8	40,9	39	44	1,62	3,96
	11	8	40,6	39	44	1,68	4,14
	12	8	31,3	30,2	33	0,97	3,10
	13	8	24,9	24	27	1,20	4,80
	14	8	27,4	25,5	30	1,41	5,14

Tabl. 5 — *Equus africanus* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.

Equus africanus : metapodials.
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	17	214,7	197	231	7,44	3,46
	2	17	206,3	189	220	6,75	3,27
	3	17	31,5	28	34	1,60	5,09
	4	17	23,9	22	26	1,20	5,03
	5	17	48,5	44,5	54	2,49	5,13
	6	17	29,9	26,5	34	1,72	5,75
	7	17	39	34,5	44,5	2,45	6,28
	8	17	14,2	12,5	17	0,92	6,47
	8'	16	7,1	5	9,5	1,29	18,24
	9	15	4,7	0	7,5	2,81	59,75
	10	17	44,7	41	47,5	1,70	3,79
	11	17	45,7	41	49	1,84	4,02
	12	17	34,4	31,5	37,5	1,71	4,96
	13	17	27,1	25	29,5	1,31	4,85
14	17	28,7	26	31,5	1,54	5,37	
MT III	1	18	254,7	234	272	7,66	3,01
	2	16	247,1	228	264	7,74	3,13
	3	18	29,8	26,5	31,5	1,31	4,39
	4	18	28	26	30	1,19	4,23
	5	17	48,9	46,5	52,5	1,92	3,93
	6	17	39,8	36	43	1,78	4,49
	7	15	42,5	38	47	2,27	5,33
	8	15	12,4	11	14,5	1,03	8,31
	9	15	4,5	0	7	1,59	35,38
	10	18	46,2	42	50	2,27	4,91
	11	17	45,3	42,5	48,1	1,69	3,73
	12	17	34,8	32	38	1,68	4,82
	13	17	26,2	24,5	28,5	1,39	5,31
	14	17	28,8	26,5	31,5	1,51	5,22

Tabl. 6 – *Equus przewalskii* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.
Equus przewalskii : metapodials.
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	38	229,1	215	242	6,96	3,04
	2	37	220,1	205	232	7,35	3,34
	3	37	37,4	35,5	41,5	1,35	3,61
	4	50	28	26	29,5	0,93	3,31
	5	37	54,8	51,5	57,5	1,74	3,17
	6	43	35,2	33	38,5	1,23	3,49
	7	41	43,2	38	47	1,89	4,38
	8	44	17,5	15	20	1,19	6,79
	8'	34	10,2	8	12	1,03	10,06
	9	27	2,5	0	8	2,14	86,12
	10	38	52,3	49	55	1,38	2,64
	11	38	51	48,5	54	1,58	3,10
	12	43	37,2	35	39,5	1,26	3,39
	13	42	29,4	27	31,5	1,03	3,51
14	41	31	28,5	33	1,08	3,48	
MT III	1	65	264,4	251	278	6,15	2,32
	2	64	259,4	243	273,5	6,96	2,68
	3	80	36,9	33	40	1,49	4,05
	4	79	33,8	30,5	37	1,21	3,60
	5	72	53,5	48,5	58	1,98	3,70
	6	68	45,4	42	48,5	1,42	3,13
	7	59	47,9	44	51	1,80	3,77
	8	65	11,6	8	15	1,30	11,17
	9	51	6,9	2,5	9	1,32	19,20
	10	71	52,7	49,5	56	1,69	3,21
	11	68	51,1	48,5	55	1,48	2,89
	12	68	38,2	33,7	41,5	1,30	3,40
	13	72	28,6	26,4	30	0,92	3,23
	14	69	31,5	30	34	0,94	2,99

Tabl. 7 – *Equus stenonis vireti* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.
Equus stenonis vireti : metapodials.
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	46	233	218	249	5,99	2,57
	2	31	225,6	213	237	5,60	2,48
	3	59	34,8	28,3	39,3	2,18	6,25
	4	57	26,6	20	29,4	1,50	5,62
	5	51	52,4	48	57	2,56	4,88
	6	43	33,4	28	36,8	1,50	4,49
	7	48	41,6	37	46	1,81	4,35
	8	51	16	14	18,2	1,07	6,67
	8 ¹	24	9,9	8	11,5	0,99	9,94
	9	29	2,7	0	6	1,64	60,01
	10	49	48,4	44	51,1	2,00	4,13
	11	37	48	45	50,7	1,49	3,10
	12	50	35	32	37,9	1,18	3,36
	13	33	27,9	26	30,5	0,94	3,36
14	31	29,9	28	35	1,32	4,41	
MT III	1	55	269,3	255	283	6,11	2,26
	2	41	264,5	252	278	5,83	2,20
	3	82	35	24	39,9	2,47	7,05
	4	80	32,1	26,5	36,5	1,54	4,81
	5	66	51,4	43	58,2	2,63	5,12
	6	56	42,1	36	46	2,09	4,97
	7	42	45,2	42	49	1,91	4,24
	8	49	11,7	9	17	1,45	12,36
	9	46	6,4	5	8,3	0,86	13,42
	10	79	49,6	46,1	53,1	1,76	3,56
	11	59	47,7	44	51,5	1,68	3,53
	12	68	36,2	32,9	39,2	1,51	4,17
	13	49	27,2	24	30,8	1,14	4,20
	14	49	30,1	26	32,3	1,14	3,81

Tabl. 8 — *Equus stenorhis cf. vireti* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.

Equus stenorhis cf. vireti : metapodials.
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	22	236,1	227	244	4,91	2,08
	2	19	228,8	220	237	4,92	2,15
	3	34	29,5	27	31	0,90	3,04
	4	34	24,7	22,5	27,5	0,95	3,83
	5	26	45,2	43	49	1,83	4,05
	6	20	30	27	33	1,39	4,64
	7	21	36,3	33	39	1,67	4,60
	8	23	13,7	11	16	1,20	8,77
	8 ¹	10	8	6	10	1,25	15,59
	9	6	3,5	0	6	2,19	62,59
	10	28	41,2	39	46	1,67	4,06
	11	25	41,2	39	44	1,31	3,19
	12	25	30,9	28	33	1,05	3,42
	13	26	25,7	23	27	1,11	4,33
14	23	27,8	25	29	1,14	4,11	
MT III	1	38	276,8	266	290	6,64	2,40
	2	27	271,1	262	284	6,27	2,31
	3	48	29,2	27	31,5	0,90	3,09
	4	47	28,9	24,5	32	1,49	5,15
	5	37	44,4	41	48	1,69	3,81
	6	33	38	35	41	1,61	4,25
	7	27	41	37	44	1,67	4,05
	8	30	10,8	8	13	1,27	11,74
	9	21	7,3	5,5	9,5	0,85	11,60
	10	37	41,3	38	44,5	1,42	3,45
	11	30	40,7	38,5	43,5	1,27	3,12
	12	39	32,4	29	35	1,24	3,82
	13	39	26,2	25	28	0,82	3,15
	14	37	28,8	27	30	0,82	2,84

Tabl. 9 — *Equus tabeti* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.

Equus tabeti : metapodials
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	60	220,6	206	241	6,70	3,04
	2	55	213,1	198	234	6,79	3,19
	3	95	33,6	31	37	1,38	4,10
	4	96	26,6	22	29,5	1,31	4,94
	5	70	51,6	47	58	2,20	4,25
	6	48	32,1	28,5	36	1,70	5,30
	7	59	41,4	38	46	1,72	4,15
	8	60	15,8	12,5	19,5	1,47	9,28
	8'	29	8,3	5,5	10,5	1,14	13,78
	9	18	2,8	0	7	2,97	95,77
	10	72	47,7	44,5	52	1,75	3,66
	11	62	47,3	44	50,5	1,75	3,69
	12	56	34	31	38	1,61	4,75
	13	63	28,3	25	32,5	1,39	4,92
14	50	30,5	27,5	35	1,59	5,21	
MT III	1	83	249	231	280	8,11	3,26
	2	30	240,7	225,4	248,5	5,51	2,29
	3	106	32,5	28,5	36,5	1,57	4,84
	4	105	31,4	27,4	35,5	1,48	4,73
	5	50	49,9	43,5	54	2,14	4,29
	6	33	41,9	39,3	45	1,71	4,07
	7	37	45,9	42,5	49	1,72	3,74
	8	35	10	7,5	13	1,33	13,30
	9	28	7,8	5,5	9	0,85	10,97
	10	69	47,7	43,5	52	1,74	3,65
	11	66	47,2	43	51	1,88	3,98
	12	51	34,8	31,5	38	1,38	3,98
	13	64	27,5	24,5	29,5	1,15	4,19
	14	57	30,2	26,5	33	1,22	4,04

Tabl. 10 — *Equus mauritanicus* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.
Equus mauritanicus : metapodials.
Same legends as for table 1.

	Mesures	n	\bar{x}	min.	max.	s	v
MC III	1	39	261	246	271,5	6,45	2,47
	2	27	250,9	240	261,5	6,48	2,58
	3	53	42,2	37	47,5	1,94	4,61
	4	54	30,9	27,5	35,5	1,53	4,95
	5	39	58,2	55	62	1,75	3,00
	6	40	37,9	35	40,5	1,50	3,94
	7	40	46,8	43	50,5	1,85	3,95
	8	40	17,2	14	20,5	1,60	9,30
	8'	24	9,7	7,5	13	1,21	12,40
	9	19	5,3	0	9	3,79	71,23
	10	29	56,5	52,5	59,5	1,73	3,05
	11	27	56,5	51,5	59	1,78	3,15
	12	23	42,9	39	46,5	1,97	4,59
	13	25	34,5	31	37	1,43	4,13
14	22	36,3	32,5	39,5	1,85	5,11	
MT III	1	42	308,5	292	322	7,00	2,27
	2	28	301,9	287	313,5	7,05	2,33
	3	62	41	37,5	44,5	1,58	3,87
	4	62	38,2	34,5	41,5	1,56	4,08
	5	49	59,7	56	64	1,88	3,15
	6	49	50,1	46	56	1,80	3,59
	7	29	53,8	51	57,5	1,52	2,82
	8	27	11,7	9	14	1,43	12,18
	9	10	5,3	0	8	2,12	40,28
	10	33	58,3	53,5	61,5	2,02	3,47
	11	27	56,9	53	59,5	1,76	3,10
	12	27	43,9	40	48,5	1,59	3,62
	13	30	33,6	30,5	38	1,43	4,24
	14	28	36,8	32,5	40	1,53	4,15

Tabl. 11 — *Equus mosbachensis* : métapodes.
Mêmes abréviations que sur le tableau 1.

Equus mosbachensis : metapodials.
Same legends as for table 1.