



ANNALEN
VAN HET KONINKLIJK MUSEUM
VAN BELGISCH-CONGO
TERVUREN (BELGIË)

Reeks in-8°

Zoologische Wetenschappen
Deel 47

ANNALES
DU MUSÉE ROYAL
DU CONGO BELGE
TERVUREN (BELGIQUE)

Série in-8°

Sciences Zoologiques
Volume 47

Bibl. Ethn.

Etude de l'Ontogénèse du Crâne des Anthropoïdes du Congo belge



PAR LE

Professeur ANTOINE DELATTRE

Doyen de la Faculté libre de médecine de Lille.
Docteur ès Sciences

ET LE

Docteur RAPHAËL FENART

Attaché au Centre National de la Recherche Scientifique
française.

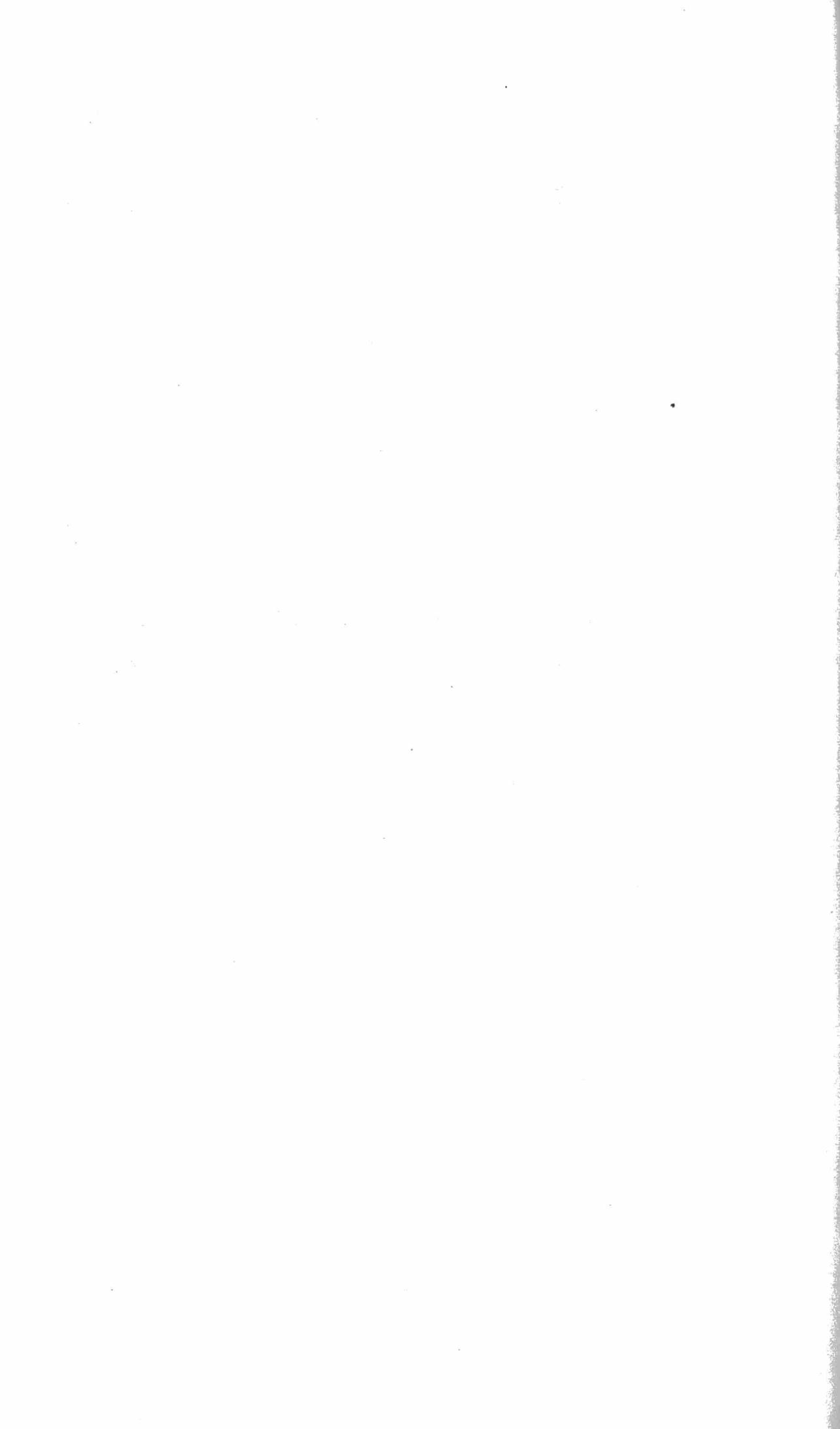
*Travail du Laboratoire de Craniologie Comparée
de la Faculté Libre de Médecine de Lille*

TERVUREN

1956



ETUDE DE L'ONTOGENESE DU CRANE DES ANTHROPOIDES
DU CONGO BELGE



ANNALEN
VAN HET KONINKLIJK MUSEUM
VAN BELGISCH-CONGO
TERVUREN (BELGIË)
Reeks in-8°
Zoologische Wetenschappen
Deel 47

ANNALES
DU MUSÉE ROYAL
DU CONGO BELGE
TERVUREN (BELGIQUE)
Série in-8°
Sciences Zoologiques
Volume 47

Etude de l'Ontogénèse du Crâne des Anthropoïdes du Congo belge

PAR LE

Professeur ANTOINE DELATTRE

Doyen de la Faculté libre de médecine de Lille.
Docteur ès Sciences.

ET LE

Docteur RAPHAËL FENART

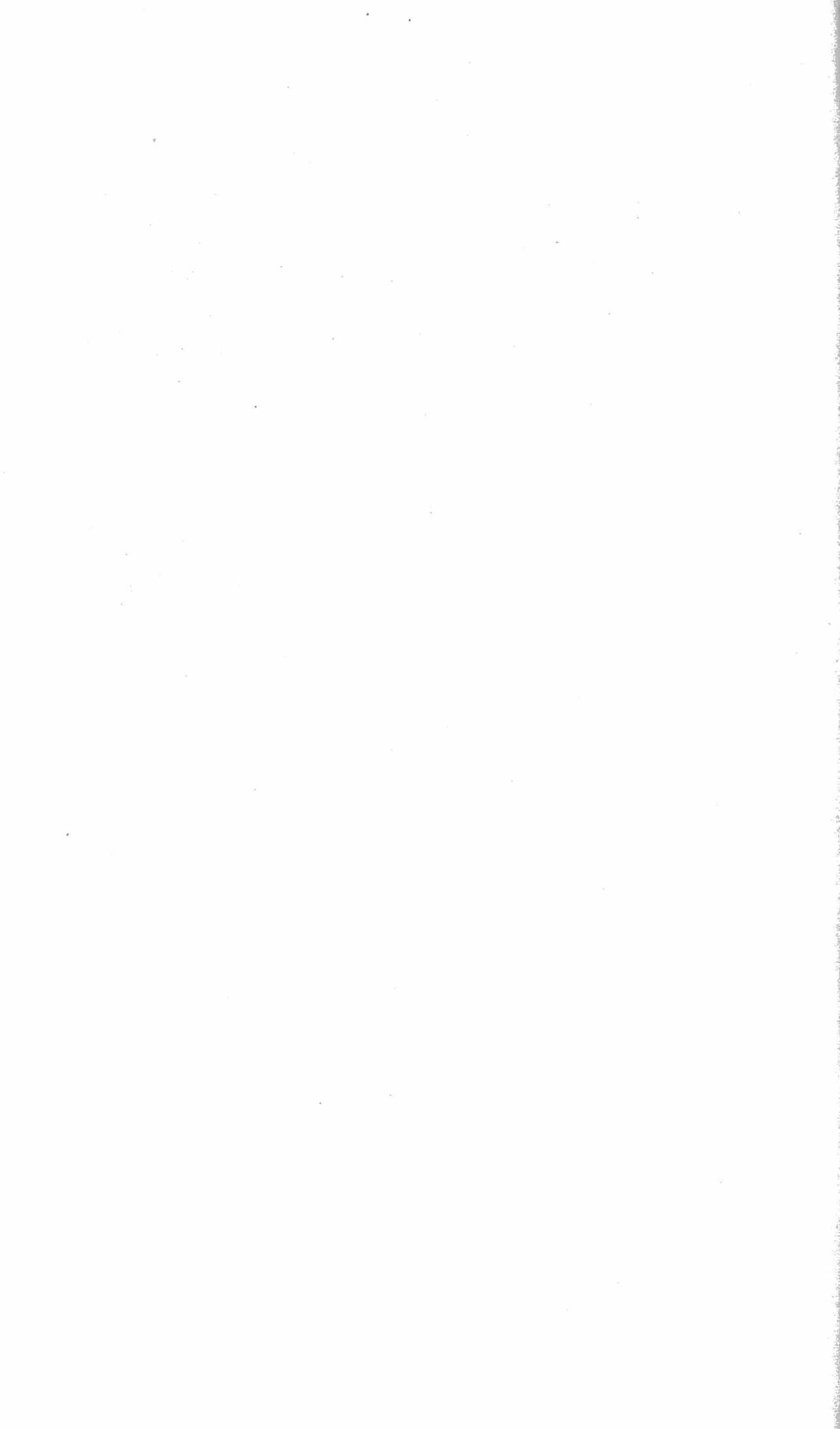
Attaché au Centre National de la Recherche Scientifique
française.



*Travail du Laboratoire de Craniologie Comparée
de la Faculté Libre de Médecine de Lille*

TERVUREN

1956



	pages
C. - ÉTUDE DES CHANGEMENTS DE FORME DES DIVERSES PARTIES DE LA BASE DU CRANE	58
1° - Crible	58
2° - Bloc fronto-sphéno-occipital	58
a) Angle supérieur du losange	58
b) Les 2 côtés supérieurs	59
c) Les 2 côtés inférieurs	59
D. - CHANGEMENTS DE POSITION DES DIVERSES PARTIES DE LA BASE DU CRANE	59
1° - Par rapport aux plans vestibulaires, étude séparée de chacune d'entre elles	59
a) Planum et clivus	59
b) Surface inférieure	60
c) Foramen magnum	60
d) Planum et crible	61
2° - Changements de position des diverses parties de la base du crâne, les unes par rapport aux autres.	62
a) L'angle sphénoïdal	62
b) Foramen magnum et clivus	63
E. - VUE SYNTHÉTIQUE SUR LES MODIFICATIONS ONTOGÉNIQUES DE LA BASE DU CRANE — LEUR MÉCANISME	63
— Cause de la rotation	64
III. — ONTOGENESE DU MASSIF FACIAL DU GORILLE ET DU CHIMPANZE	66
A. - SYSTÉMATISATION	66
B. - CHANGEMENT DE FORME DE LA FACE	66
C. - MISE EN PLACE DES DENTS	71
D. - CHANGEMENTS DE POSITION DE LA FACE	76
1° - Les facteurs extérieurs et modifications générales	76
2° - Facteurs internes: rôle de la mise en place de la dentition	77
E. - PROGATHISME	78
IV. — ARCADES ZYGOMATIQUES ET FOSSES TEMPORALES	83
1° - Arcades zygomatiques	83
2° - Fosses temporales	84
V. — ONTOGENESE DE L'ORBITE	85
A. - POSITION DE L'ORBITE	86
1° - En projection sagittale	86
2° - Sur une projection horizontale	92
B. - FORME DE L'ORBITE	92
1° - Profondeur de l'orbite	92
2° - Angle d'ouverture orbitaire	92
3° - Orbite et frontal	92
C. - FORMATION DES VISIÈRES	93
1° - Facteurs de formation	93
2° - Conformation intérieure	93
3° - Facteurs hormonaux	94
D. - ORBITE ET ANGLE FACIAL	95



pages

VI. — ONTOGENESE DE LA MANDIBULE DU GORILLE ET DU CHIM-PANZE	95
A. - CORPUS MANDIBULAE	96
1° - Position	96
2° - Forme	98
B. - RAMI-MANDIBULAE	98
C. - RÉFLEXIONS A PROPOS DE L'ONTOGÉNÈSE DE LA MANDIBULE	101

III^me PARTIE

I. — DIFFERENCES SEXUELLES DES CRANES D'ANTHROPOIDES	103
A. - FORAMEN MAGNUM	104
B. - POSITION DES VISIÈRES	104
C. - POINT ALVÉOLAIRE	104
II. - TYPE MOYEN ET CRANIOGRAMME	105
CONCLUSIONS	112
GLOSSAIRE DES TERMES EMPLOYES DANS LA METHODE VESTIBIENNE	115
1° Points	115
2° Lignes	115
3° Plans	115
4° Surfaces	116
5° Angles	116
6° Volumes	117
7° Mouvements	117
BIBLIOGRAPHIE CHRONOLOGIQUE DES CONNAISSANCES ANCIENNES SUR L'ONTOGENESE DU CRANE DES ANTHROPOIDES	119
BIBLIOGRAPHIE VESTIBIENNE (extraits)	120



INTRODUCTION

L'étude des Anthropoïdes et particulièrement celle de leur cerveau et de leur crâne est une des plus intéressantes de l'anatomie comparée. Elle apporte, en effet, les documents indispensables qui peuvent permettre de comprendre les débuts de l'histoire naturelle de l'Homme.

La forme et le volume du crâne et du cerveau de ces animaux semblent une étape importante de cette évolution surprenante dont l'achèvement est le crâne et le cerveau humains, qui ont acquis un volume incomparable. Entre ces deux termes bien connus et vivants, les anthropologistes situent les crânes fossiles, dont les documents déjà nombreux paraissent constituer les phases successives d'un très long épanouissement. Les découvertes ne manqueront pas, sans doute, qui marqueront les jalons encore manquants.

Une étude systématique des « conditions de la forme » des crânes d'Anthropoïdes doit être faite. Elle doit être complétée chaque fois que cela sera nécessaire, par des comparaisons de ces crânes entr'eux, et avec celui de l'Homme. La connaissance de la forme initiale sera ainsi rapprochée de la forme terminale, évolutive de ces crânes.

Pour réaliser ce travail, la méthode vestibienne de comparaison des crânes sera employée. Elle a donné, depuis que nous en avons tracé les normes, des résultats très précis et sans défaillance.

Grâce à l'obligeance toute particulière de Mr. le Directeur OLBRECHTS, nous avons puisé les matériaux de ces recherches dans les riches collections du Musée Royal du Congo Belge, de Tervuren. Nous tenons à remercier Monsieur le Directeur OLBRECHTS de cette facilité de travail que nous avons grandement appréciée. Monsieur le Conservateur MAX POLL a bien voulu mettre à notre disposition des séries complètes et homogènes, d'origine connue, de crânes de Gorilles et de Chimpanzés; nous lui devons toute notre gratitude pour avoir ainsi favorisé notre tâche.

L'exposé que nous présentons est, en très grande partie, basé sur l'examen des crânes de *Gorilla gorilla rex pygmaeorum* et de *Pan troglodytes*, provenant du Congo Belge. L'énumération des pièces utilisées sera donnée, elle servira éventuellement de justification de nos conclusions.

Celles-ci ne constitueront pas le résumé d'une série de descriptions analytiques, morphologiques des différents crânes considérés, mais bien plutôt

une étude raisonnée, synthétique, et, nous insistons sur ce mot : « explicative ».

Contrairement à l'usage en Anatomie, l'exposé du développement des crânes sera donné au début. L'ontogénèse crânienne commande, en effet, pour une très large part, les caractères anatomiques des crânes des adultes, et, de plus, elle explique leurs caractères sexuels. Ce serait donc nuire à l'exposé logique de la question, et y apporter une difficulté supplémentaire, que de décrire la croissance du crâne en dernier lieu.

Il faut bien le dire, l'ontogénèse des crânes n'avait, jusqu'à présent, jamais été logiquement exposée. Le lecteur en jugera. Nous souhaitons que les planches et les images l'aident et le guident au cours de multiples difficultés d'exposition inhérentes au sujet.

Nous devons enfin nous excuser de l'usage de certains termes inaccoutumés en craniologie. Toute méthode nouvelle requiert l'emploi de néologismes, ceci est inévitable; un glossaire donnera les explications utiles. (Voir fin de l'ouvrage).

PREMIERE PARTIE

I. — MATERIEL D'ETUDE

Malgré notre vif désir, il ne nous a pas été possible d'étudier les crânes de fœtus d'Anthropoïdes. Ces pièces sont rares et ne font pas partie du matériel de recherche des Musées auxquels nous nous sommes adressés. L'étude du développement crânien a donc dû commencer à la naissance ou aux environs immédiats de celle-ci.

Les divers stades de croissance des crânes examinés sont datés par leur dentition; la liste en est donnée plus loin. Ces séries homogènes proviennent de sujets récoltés dans des régions connues du Congo Belge.

Nous avons donc eu à notre disposition un choix de crânes différents et de sexe connu. A ceux-ci ont été ajoutés d'autres spécimens provenant du Muséum d'Histoire Naturelle, du Musée de l'Homme de Paris, et du Musée de la Faculté Libre des Sciences de Lille. Nous tenons à remercier Messieurs les Directeurs de Musée qui nous ont fourni très aimablement ce matériel supplémentaire de travail.

Au total, les crânes de Chimpanzé choisis et utilisés pour ce travail ont été de 25, et ceux de Gorille, de 20.

Suit la liste de ceux-ci avec leur nomenclature.

On a noté entre parenthèses le numéro correspondant à notre nomenclature, puis celle du musée d'origine, et enfin à titre documentaire, le volume du crâne.

GORILLES (*Gorilla gorilla*)

Musée Royal du Congo Belge, Tervuren

Adultes mâles	(143)	————	R.G. -	1.435	————	V =	580 c.c.
	(144)	————	» -	9.585	————	»	520
	(185)	————	» -	9.581	————	»	600
	(188)	————	» -	20.085	————	»	560
	(190)	————	» -	18.739	————	»	480
	(221)	————	» -	9.406	————	»	?
Femelles	(158)	————	R.G. -	15.290	————	V =	520
	(186)	————	» -	21.535	————	»	480
	(187)	————	» -	11.725	————	»	500
	(189)	————	» -	15.357	————	»	490

Jeunes :

(150)	————	R.G. -	1.433	————	V =	500
(154)	————	» -	10.151	————	»	510
(156)	————	» -	1.439	————	»	415
(159)	————	» -	12.284	————	»	410

Muséum de Paris

Adulte mâle	(120)	————	1945 -	45	————	V =	?
Adulte femelle	(119)	————	1909 -	358	————	»	?
Jeune	(118)	————	1946 -	123	————	»	?
Nouveau-né	(220)	————	1938 -	355	————	»	230

Musée de l'Homme (Paris)

Adulte mâle	(26)	————	20.868 -	1949 - I	————	V =	570
-------------	------	------	----------	----------	------	-----	-----

Faculté de Lille

Adulte mâle	(109)	————				V =	515
-------------	-------	------	--	--	--	-----	-----

CHIMPANZES (*Pan satyrus*)

Musée Royal du Congo Belge, Tervuren

Adultes mâles	(151)	————	R.G. -	10.482	————	V =	390 c.c.
	(155)	————	» -	20.237	————	»	455
	(157)	————	» -	14.693	————	»	365
	(162)	————	» -	15.238	————	»	415
	(222)	————	» -	10.732	————	»	?

Femelles

j. (148)	————	R.G. -	5.378	————	V =	330
(152)	————	» -	8.257	————	»	380
j. (160)	————	» -	13.716	————	»	370

Jeunes :

(145)	————	R.G. -	14.471	————	V =	215
(146)	————	» -	12.954	————	»	330
(147)	————	» -	18.025	————	»	310
(161)	————	» -	11.158	————	»	345
(163)	————	» -	18.167	————	»	300

Muséum de Paris

Adultes mâles	(122)	————	1951 -	247	————	V =	?
	(124)	————	1901 -	659	————	»	?
	(177)	————	1906 -	444	————	»	450
Adulte femelle	(176)	————	1940 -	467	————	»	385
Jeunes	(121)	————	1895 -	469	————	»	?
	(123)	————	12.773		————	»	340
	(139)	————	1932 -	120	————	»	300

Musée de l'Homme (Paris)

Adulte mâle	(27)	————				V =	420
Jeune	(24)	————	1906 -	6	————	»	340

Faculté de Lille

Jeunes	(2)	_____	V = 366
	(125)	_____ (18 mois) _____	» ?
Adulte mâle	(8)	_____	» 380

II. — RAPPEL DES PRINCIPES DE LA METHODE VESTIBULAIRE ET DE LA METHODE VESTIBIENNE

L'étude des transformations phylogéniques et ontogéniques des crânes, réclame une méthode d'orientation sûre, applicable aux crânes de tous les Vertébrés et aux sujets d'âges différents. Nous avons proposé les méthodes vestibulaire et vestibienne dont voici brièvement résumées les bases.

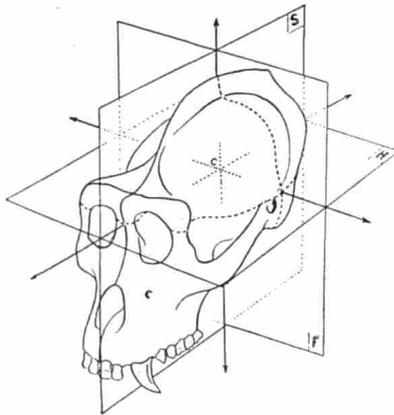


Figure 1.

Crâne de Gorille adulte placé dans les 3 plans vestibiens, perpendiculaires entre eux. F. Plan frontal — H. Plan Horizontal — (Ces deux plans se coupent suivant l'axe vestibien). S. Plan sagittal médian = Plan de symétrie. C. Point central vestibien de la tête, à la rencontre des 3 plans.

1° - Méthode vestibulaire. — Les crânes sont inscrits dans trois plans perpendiculaires entre eux : (fig. 1) le plan vestibulaire horizontal, déterminé par le plan des canaux semi-circulaires externes ou horizontaux; le plan médian sagittal du crâne ou plan de symétrie; et le plan, perpendiculaire aux deux précédents, passant par la ligne qui joint les milieux des cercles circonscrits par les canaux semi-circulaires horizontaux, droit et gauche (fig. 2). Cette ligne transversale a été appelée par PÉREZ : axe vestibien. Ces trois plans se coupent en un « point central », situé au milieu de l'axe vestibien. Grâce à ces plans, dont les traces sur la paroi crânienne doivent être minutieusement déterminées et reportées ensuite sur les dessins, il est possible d'établir une crâniométrie et de comparer les crânes entre eux.

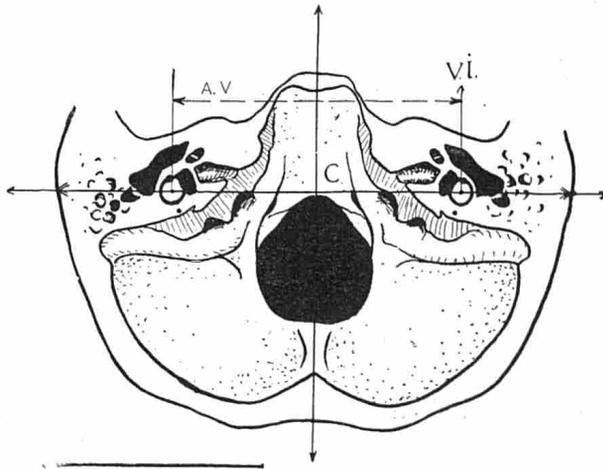


Figure 2.

Coupe horizontale du crâne humain passant par le plan des deux canaux semi-circulaires latéraux (ou horizontaux) = plan vestibulaire horizontal. On voit les boucles des deux canaux droit et gauche; et l'axe vestibien de PÉREZ (A.V.) est compris entre les points situés au centre de ces boucles (V.i.) — Echelle = 5 cm.

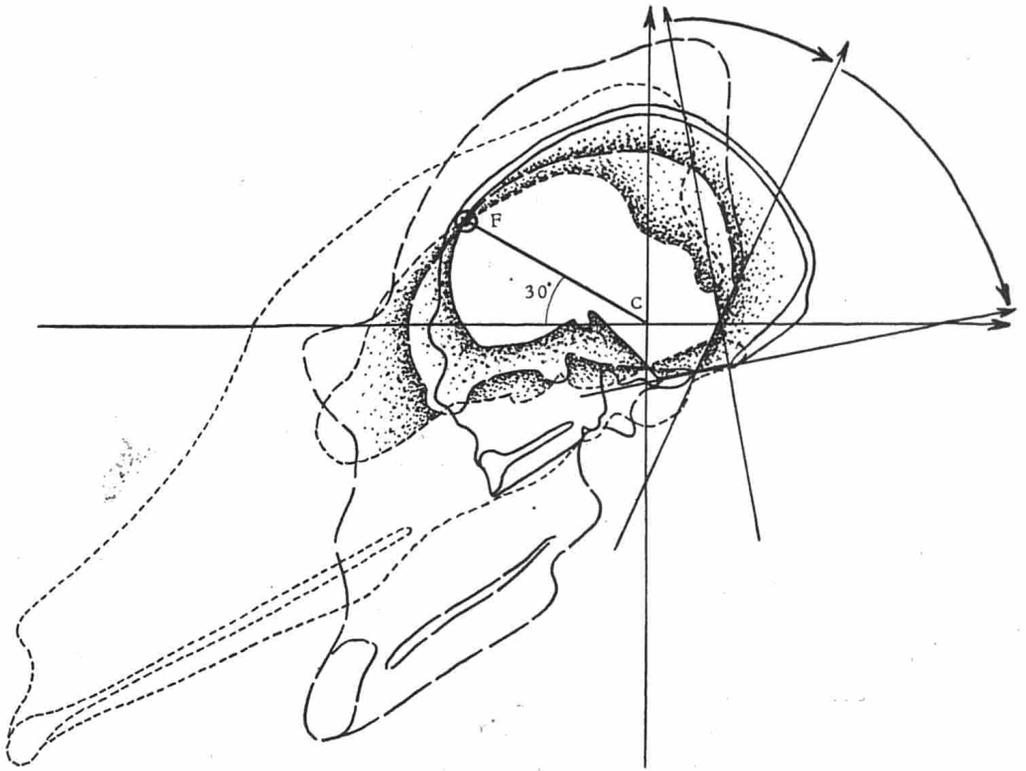


Figure 3.

Superposition dans les plans vestibulaires de la projection sagittale des crânes d'un chien (en pointillés), d'un Gorille (en tirets) et d'un Homme (en traits pleins) réduits à une distance CF commune. (F = Point endocranien situé à 30° au-dessus du plan vestibulaire horizontal). Sont ombrées, en avant, les surfaces perdues par l'endocrâne au cours de la phylogénèse du crâne chez les Mammifères, et en arrière, les surfaces gagnées par cet endocrâne. Les flèches postérieures marquent la rotation de la direction des trous occipitaux.

Chaque crâne peut être étudié isolément, en chiffrant au besoin les *distances* de chaque point crâniométrique aux trois plans précités. On peut aussi établir et mesurer les *angles* crâniens usuels par rapport aux mêmes plans de référence et au point central pris comme sommet des angles.



Figure 4.

Photographie de la dissection du canal semi-circulaire horizontal gauche d'un Gorille. —
En cartouche, agrandissement du canal.

2° - Mais surtout l'étude comparative des crânes est grandement facilitée par la méthode de superposition des profils crâniens, ou méthode vestibienne, qui complète la précédente. Les crânes étudiés : en norma lateralis, ou supérieur, ou antérieur, sont superposés de telle manière que les trois plans coïncident, les axes vestibiens étant confondus.

On peut par exemple (voir fig. 3) superposer les profils d'un chien, d'un Gorille et d'un Homme (norma lateralis).

Ces superpositions peuvent se faire soit en grandeur naturelle de chaque élément, le tout étant réduit ensuite par le cliché, (c'est ce qui sera appelé : « superposition en grandeurs uniformément réduites »), soit encore en rendant commune une dimension donnée : par exemple la longueur C.F. (voir fig. 3) située à 30 degrés au-dessus du plan horizontal.

L'emploi de la méthode vestibulaire postule nécessairement le repérage préalable d'un ou des deux canaux semi-circulaires externes ou horizontaux. Ce repérage peut se faire de deux façons : soit par dissection directe à la vue du canal, travail facile à la scie électrique, soit par repérage radiographique plus délicat, suivant une technique mise au point par MM. PAYELLE-VILLE et FENART (voir bibliographie).

Les photographies de la fig. 4 montrent l'aspect à faible réduction du canal semi-circulaire externe disséqué et ouvert chez un Gorille.

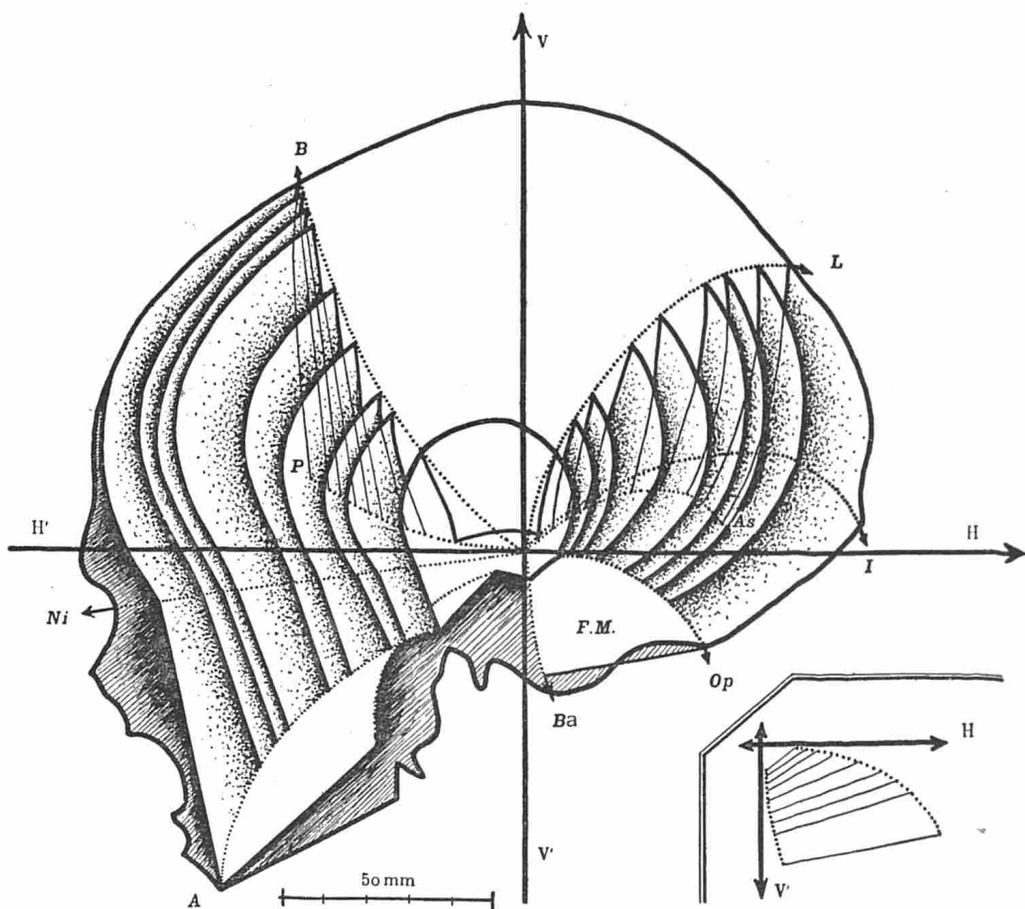


Figure 5.

Ontogénèse du crâne humain. Sections sagittales montrant les positions et formes successives du massif facial et du frontal en avant; de l'occipital en arrière. En pointillés, les trajets du Bregma B; Lambda L; Inion I; Astérior As (projection); Opisthion Op; Basion Ba; Nasion interne Ni; axes vestibiens H H'; V V'. — En cartouche, le cheminement du foramen.

III. — EXPOSE DE LA CROISSANCE DU CRANE HUMAIN

Pour bien comprendre l'ontogénèse du crâne du Gorille et du Chimpanzé il faut d'abord connaître celle du crâne humain.

Cette étude a été présentée dans la revue « *L'Anthropologie* » en 1953. Nous en donnons ici l'essentiel. La méthode d'étude vestibienne employée a permis de mettre en évidence deux séries de faits (fig. 5).

C'est d'abord le développement quasi-homothétique du massif facial

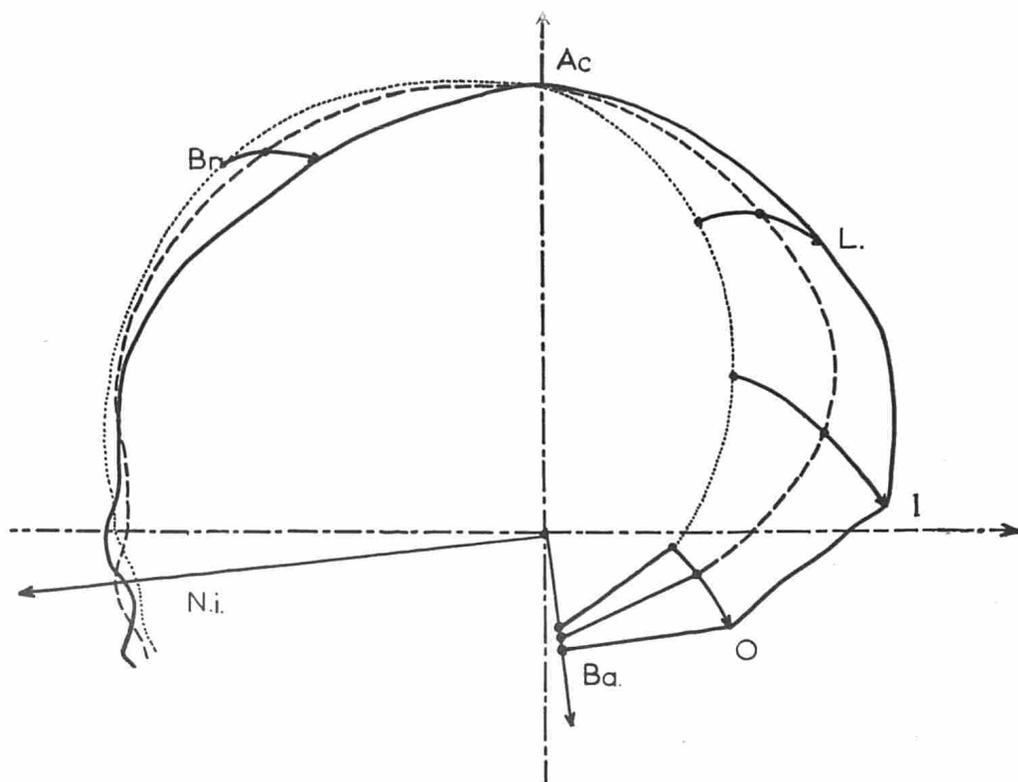


Figure 6.

Sections sagittales exocraniennes des crânes d'Homme: adulte (en traits pleins), nouveau-né (tirets) et fœtus de 4 mois environ (pointillés), ramenés à une même hauteur du vertex vestibien (Ac).

humain, dont les profils successifs antérieurs restent « sensiblement » parallèles entre eux depuis un fœtus de 4 mois jusqu'à l'adulte.

Par contre les modifications sont tout à fait différentes dans la région postérieure du crâne. On constate que l'occipital et les régions osseuses voisines s'abaissent et tournent autour de l'axe vestibien transversal. Les positions des différents points crâniométriques Bregma, Lambda, Inion, Opisthion, décrivent des courbes à concavité postéro-inférieure. Ces transformations osseuses au cours de la croissance sont liées à la fermeture de

l'angle sphénoïdal, ou angle de la base du crâne, et à l'abaissement et à la rotation du plan du foramen magnum.

Telles sont en résumé les modifications ontogénétiques du crâne humain. Il est permis de dire que vu du côté gauche par un observateur, les points

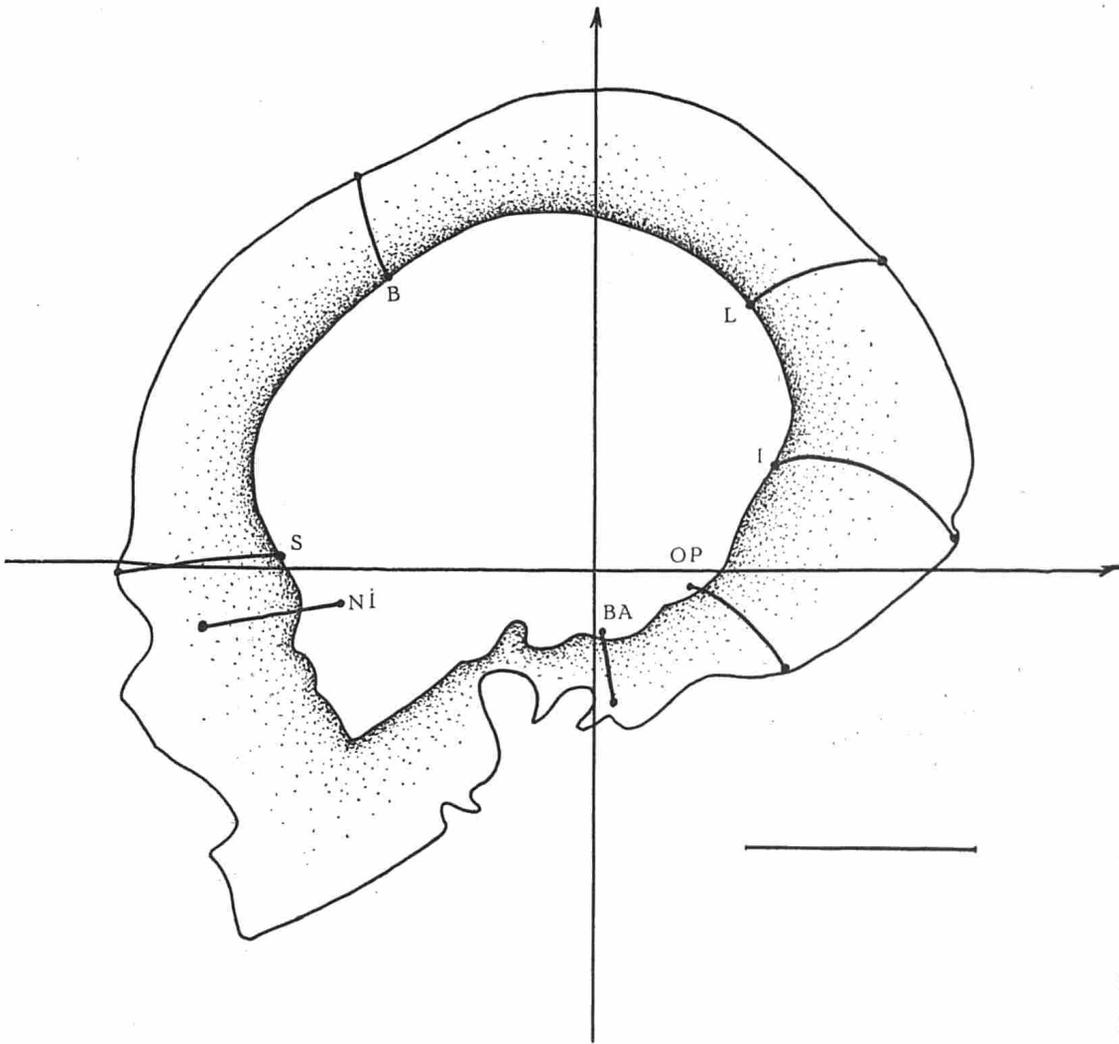


Figure 7.

Position des exocrânes du nouveau-né humain et de l'adulte, placés dans les axes vestibulaires. Cheminement des points: Nasion interne (Ni), Sourcilier (S), Bregma (B), Lambda (L), Inion (I), Opisthion (OP) et Basion (BA).

crâniométriques tournent dans le sens des aiguilles d'une montre; la rotation de ces points est dite « *positive* ».

L'évolution des mêmes points crâniométriques chez les Primates et les Anthropoïdes est de sens opposé; la rotation est dite « *negative* ». Ces différences sont d'un intérêt extrême.

Les modifications du profil crânien humain, depuis un stade voisin de la naissance jusqu'au stade adulte, sont exposées sur la fig. 6 qui indique les cheminements des points bregma, lambda, inion, opisthion et basion, sur des profils externes de crânes ramenés à une même hauteur au-dessus de l'axe vestibien. Le sommet du crâne ou acrion, étant au vertex vestibien (Ac). Enfin, il importe de montrer les formes et les positions du crâne humain de nouveau-né et d'adulte dans les axes vestibiens, afin d'opposer ces formes et positions à celles des Anthroïdes de même âge.

La figure 7 montre le profil crânien du nouveau-né humain relativement proche du profil adulte dans sa partie antérieure, tandis qu'il en est plus éloigné dans sa partie postérieure (voir aussi fig. 6).

Le crâne humain en effet s'accroît surtout par l'arrière.

IV. — ONTOGENESE DU CRÂNE DU GORILLE ET DU CHIMPANZE

Vues générales

Les figures 8 et 11 représentent les profils crâniens en section médiane sagittale des formes adultes et des formes les plus jeunes des crânes d'Anthroïdes (stades très proches de la naissance). Ces profils ont été orientés et superposés d'après la méthode vestibienne. Les canaux semi-circulaires horizontaux sont donc dans un même plan et les lignes qui unissent les milieux de ces canaux (axes vestibiens) sont confondues. Les deux droites perpendiculaires représentent les traces des plans horizontal et frontal, qui sont les plans de références vestibiens.

Diverses particularités retiennent immédiatement l'attention. C'est d'abord que la partie postérieure des crânes de Gorille et de Chimpanzé se développe relativement peu en volume. Au contraire la partie antéro-supérieure du neuro-crâne et le massif facial s'accroissent de façon très importante. Il est aisé de vérifier que la section du massif facial du Gorille adulte est cinq à six fois plus grande que sa section sur un jeune Gorille à la naissance. Chez le Chimpanzé l'accroissement proportionnel est moindre, trois à quatre fois seulement.

Le sens général du développement est donc indiqué par ces images. En les comparant à la figure 7 qui montre le développement du crâne humain on peut voir la différence essentielle des deux ontogénèses. Chez l'Homme le crâne se développe plutôt par l'arrière que par l'avant, mais de telle façon que le profil du crâne demeure au centre du profil du crâne adulte.

De plus, sur ces mêmes images, les trajets suivis par les points crâniométriques au cours de l'ontogénèse du crâne ont été tracés. Ces trajets ont été établis en réunissant les positions successives occupées par ces points. Ces positions successives sont des positions moyennes, trouvées chez des sujets de sexe et d'âge déterminés. Les trajets terminaux sont différents suivant qu'il s'agit de mâles ou de femelles (trajet en tirets). Les figures 9 et 12 montrent les cheminements des points crâniométriques intéressés

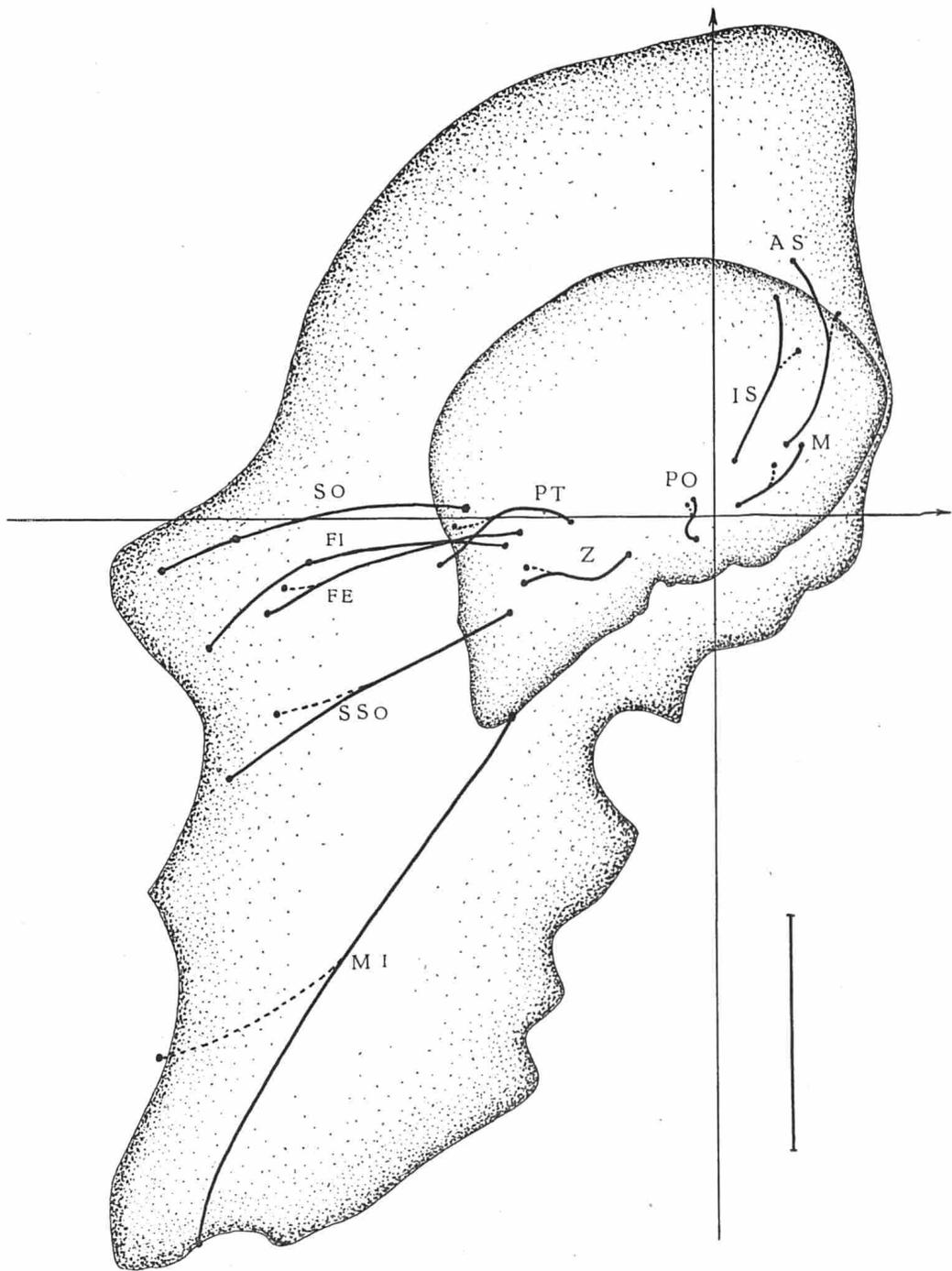


Figure 8.

Vue latérale gauche des profils, placés dans les axes vestibiens, d'un Gorille nouveau-né et d'un Gorille adulte. Projection des trajets des points craniométriques exocraniens latéraux. Porion (PO) — Astériorion (AS) — Point incisural externe (IS) — Point mastoïdien (M) — Ptériorion (PT) — Point sus-orbitaire (SO), sous-orbitaire (SS.O.) — Fronto-malair externe (F.E.) et interne (F.I.).

Zygomatique maximum (Z) et Maxillo-incisif (M.I.).

En pointillés, trajets finals des points de la femelle (Les points terminaux de celle-ci peuvent être exceptionnellement sur les trajets de ceux du mâle (S.O.).

L'échelle de 5 cm. a été figurée, il en sera de même pour tous les autres dessins, où cette échelle sera constamment de 5 cm. (sauf ceux réduits à une même dimension).

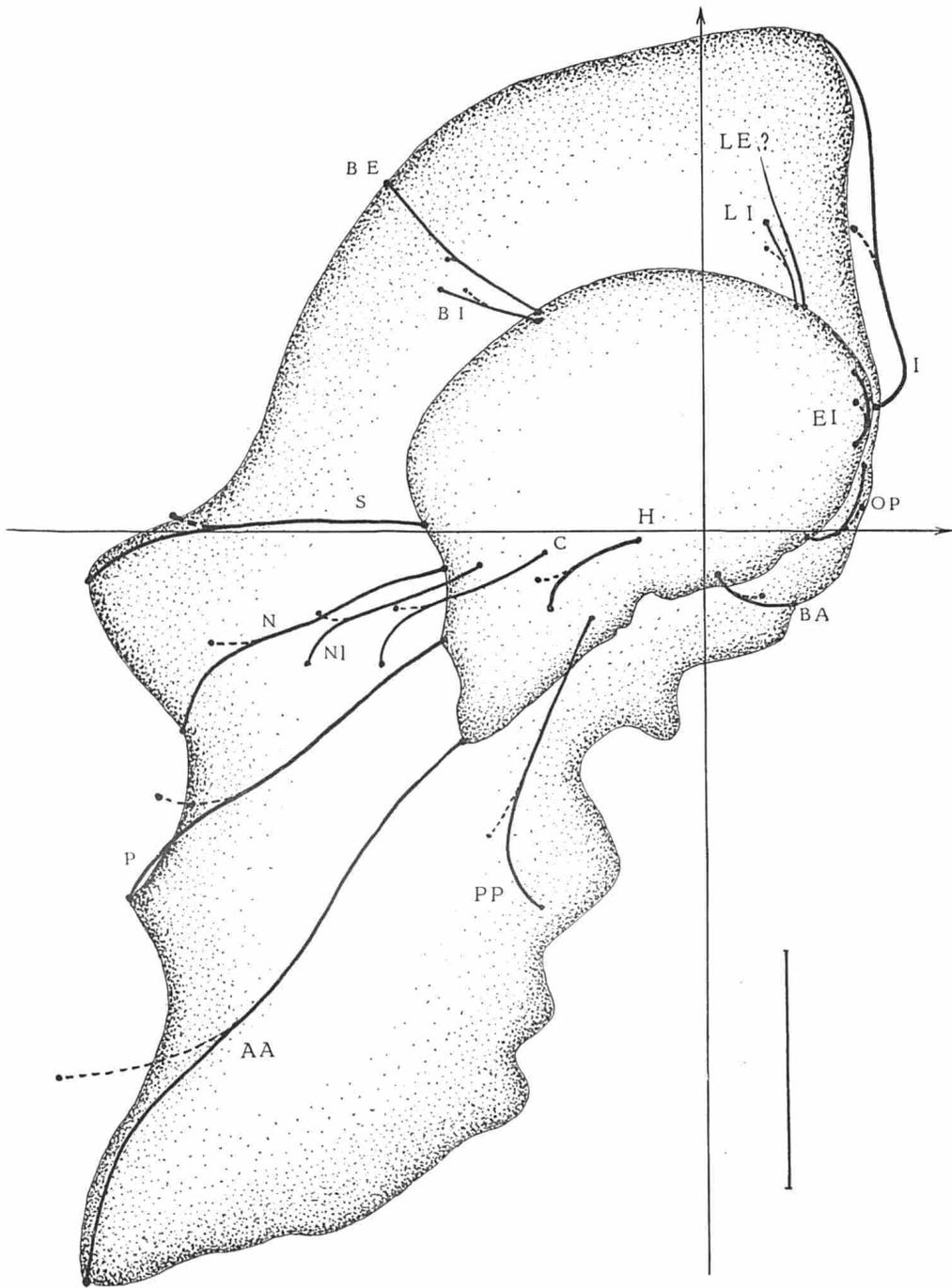


Figure 9.

Idem à la Figure 8, mais montre les points endocraniens et sagittaux.
 Basion (BA) — Opisthion (OP) — Endinion (EI) et Inion externe (I) — Lambda externe et interne (LI, LE) — Bregma interne et externe (BI, BE) — Nasion interne (NI) et Sellion (N) — Point criblé postérieur (C) — Hypophysaire (H) — Rhinion (os: propres: P) — Alvéolaire supérieur (AA), Palatin postérieur (PP) — Sourcilier (S).

par une section sagittale chez le Gorille et le Chimpanzé. Les figures 8 et 11 montrent les projections sur le plan sagittal médian des traces des points exocrâniens.

De même les figures 10 et 13 sont les projections sur les plans frontal

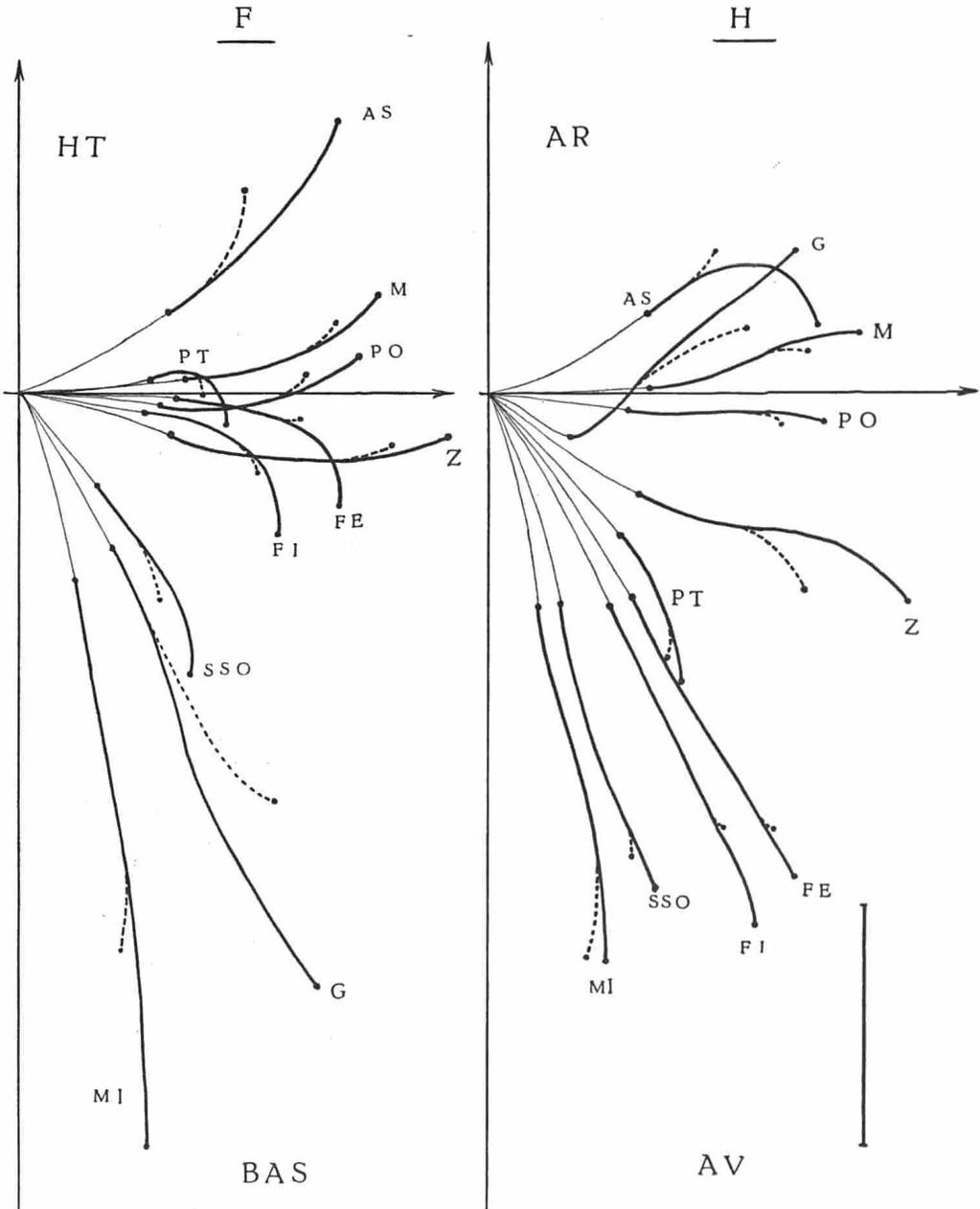


Figure 10

Projection des trajets des mêmes points craniométriques que sur les Figures 8 et 9, chez le Gorille, sur le plan frontal vestibien (F) (à gauche) et sur le plan horizontal (H) à droite. (Portion gauche du crâne).

(AV = avant, AR = arrière, B = Bas, H = Haut, en plus: G = Gonion).

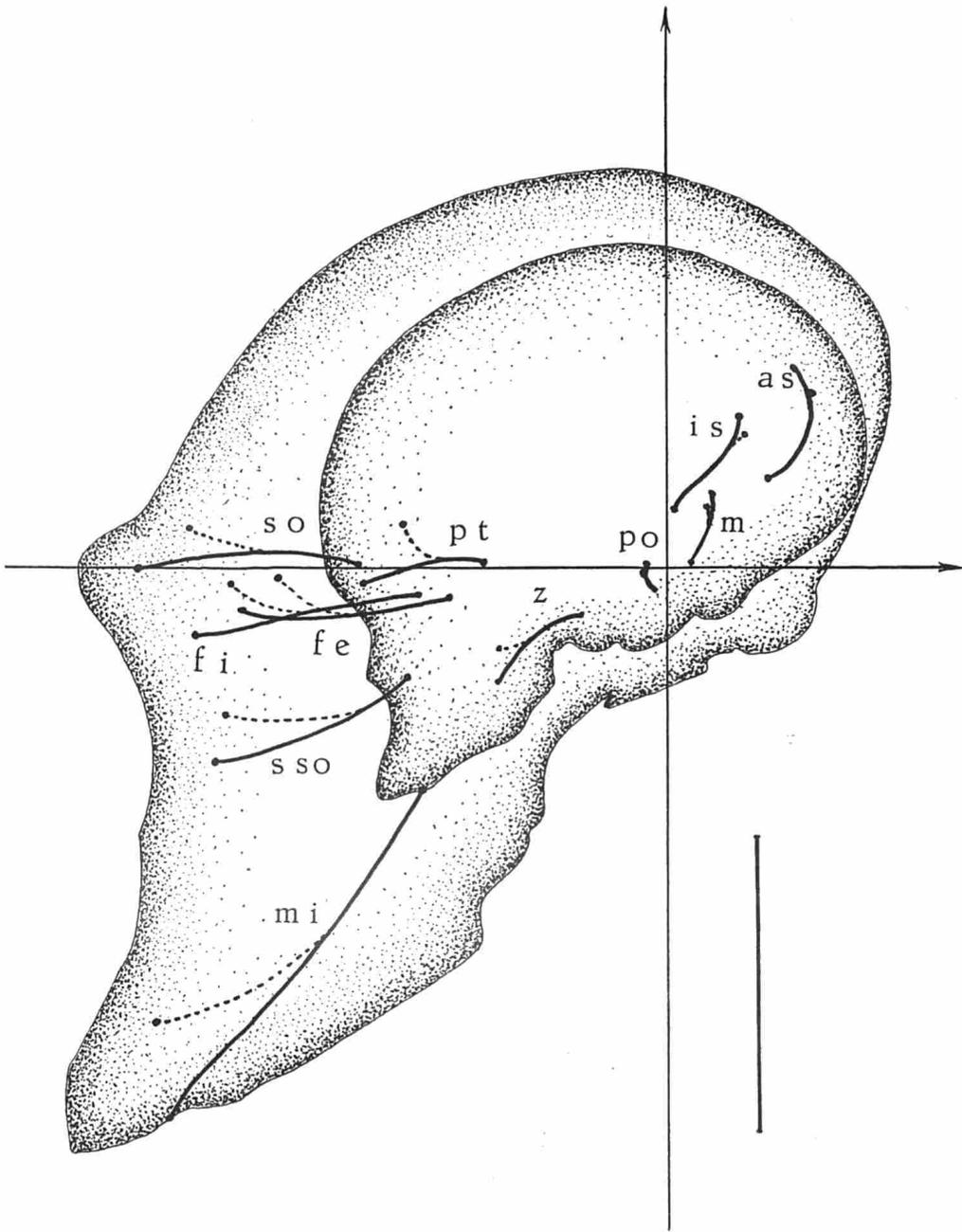


Figure 11.
Chimpanzé: Idem à fig. 8 pour le Gorille.

et horizontal des trajets des points crâniométriques chez les deux anthropoïdes.

La comparaison du cheminement d'un point donné, en projection sur les trois plans, permet de situer avec précision le déplacement de ce point dans l'espace.

Ces images livrent l'ensemble des mouvements. Leur complexité apparente s'effacera lorsque le lecteur aura étudié le développement isolé de chaque partie du crâne. Il était nécessaire de donner ces images au début de ce travail pour faire comprendre la manière dont il a été mené; mais il sera utile de s'y reporter en terminant, car elles montrent aussi la synthèse de l'ontogénèse du crâne des Anthroïdes.

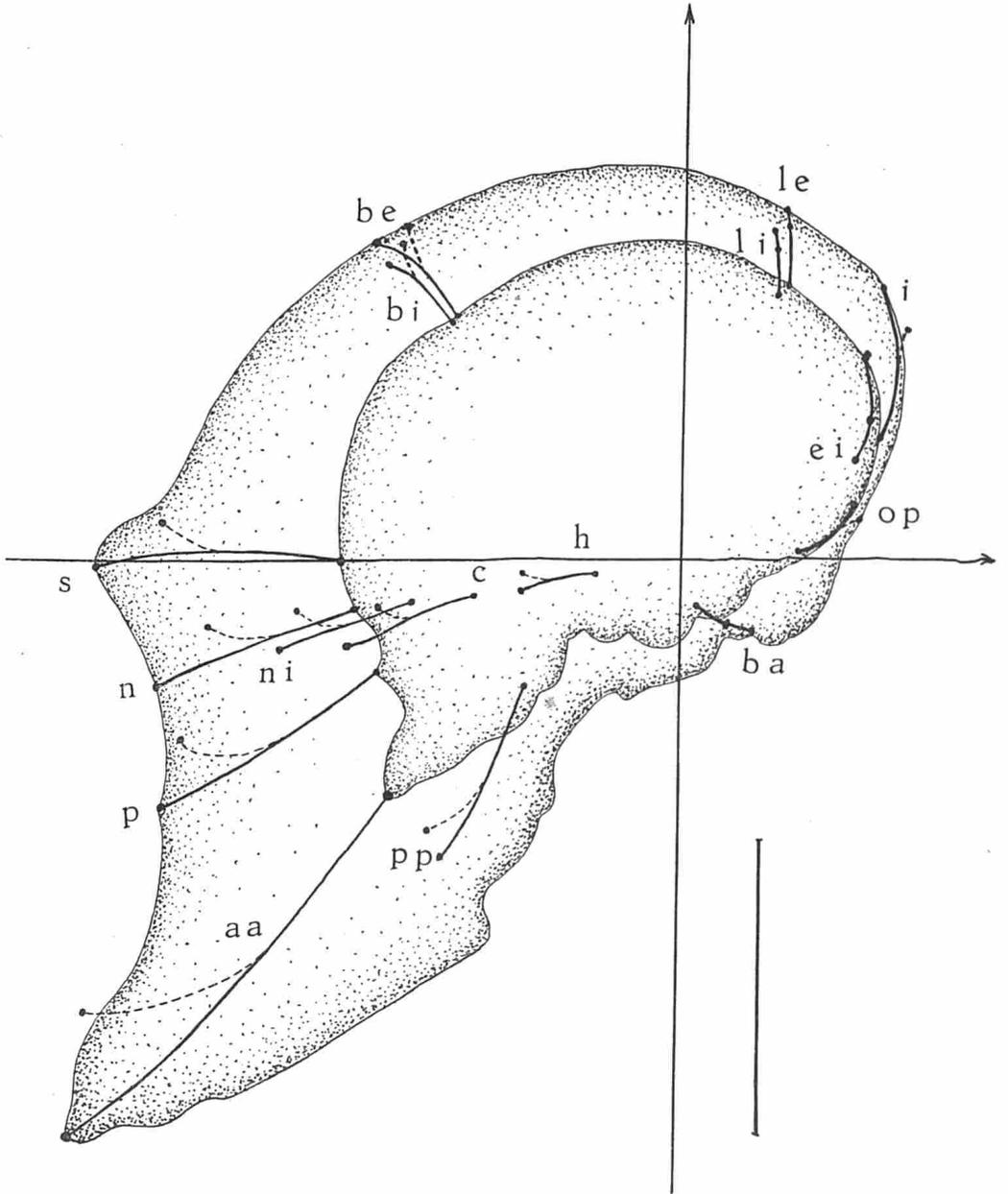


Figure 12.
Chimpanzé: Idem à fig. 9 pour le Gorille.

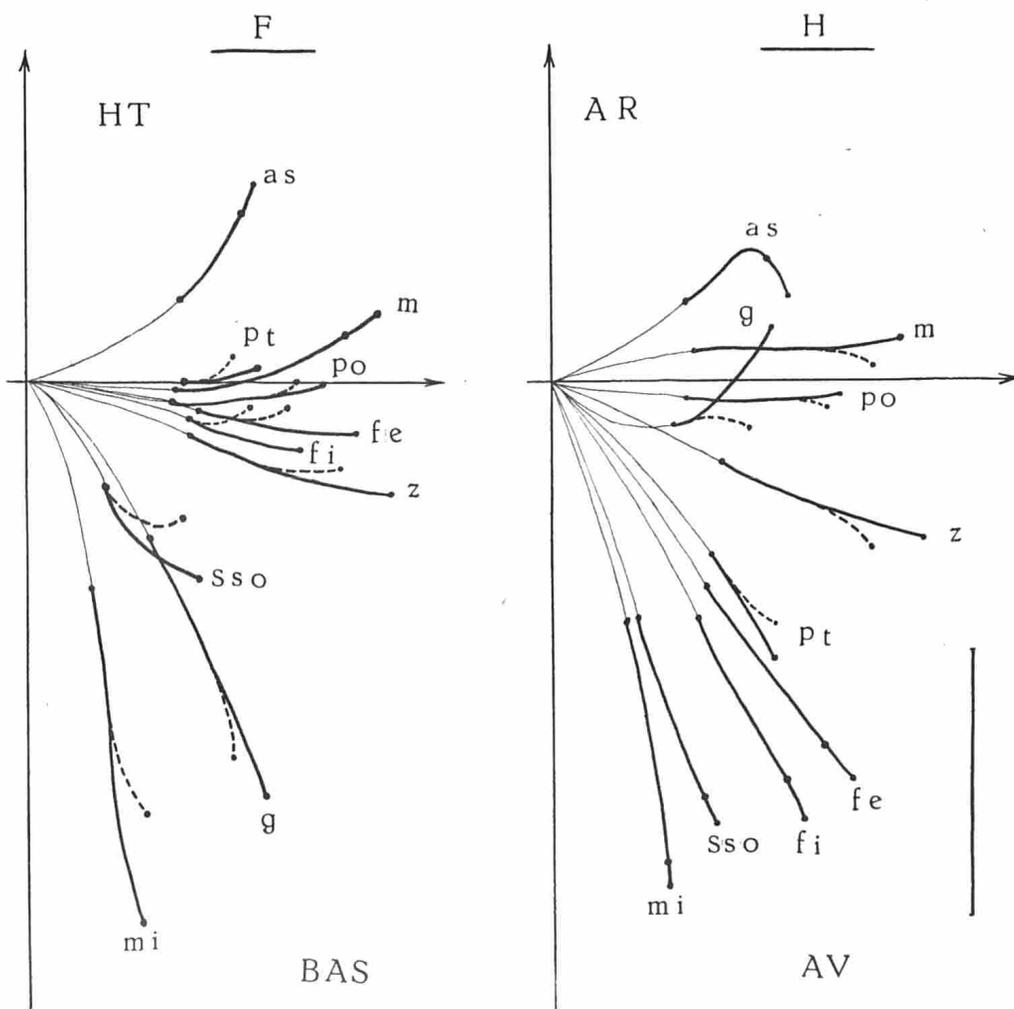


Figure 13.
Chimpanzé: Idem à fig. 10 pour le Gorille.

V. — CONNAISSANCES ANCIENNES SUR L'ONTOGENESE DU CRANE DES PRIMATES ET DES ANTHROPOIDES

Ces connaissances sont très imparfaites et toujours fragmentaires. Il faut bien avouer que, jusqu'à présent, aucune méthode d'orientation des crânes permettait l'étude raisonnée, progressive, du développement des crânes en général et de chaque os en particulier.

Nous donnons un bref aperçu de ce qui a été écrit antérieurement sur ce sujet : (1)

MANOUVRIER, en 1884, a montré les modifications d'orientation du trou occipital chez le jeune Gorille et l'adulte. Mais le dessin qu'il présente (Fig.

(1) Voir Bibliographie.

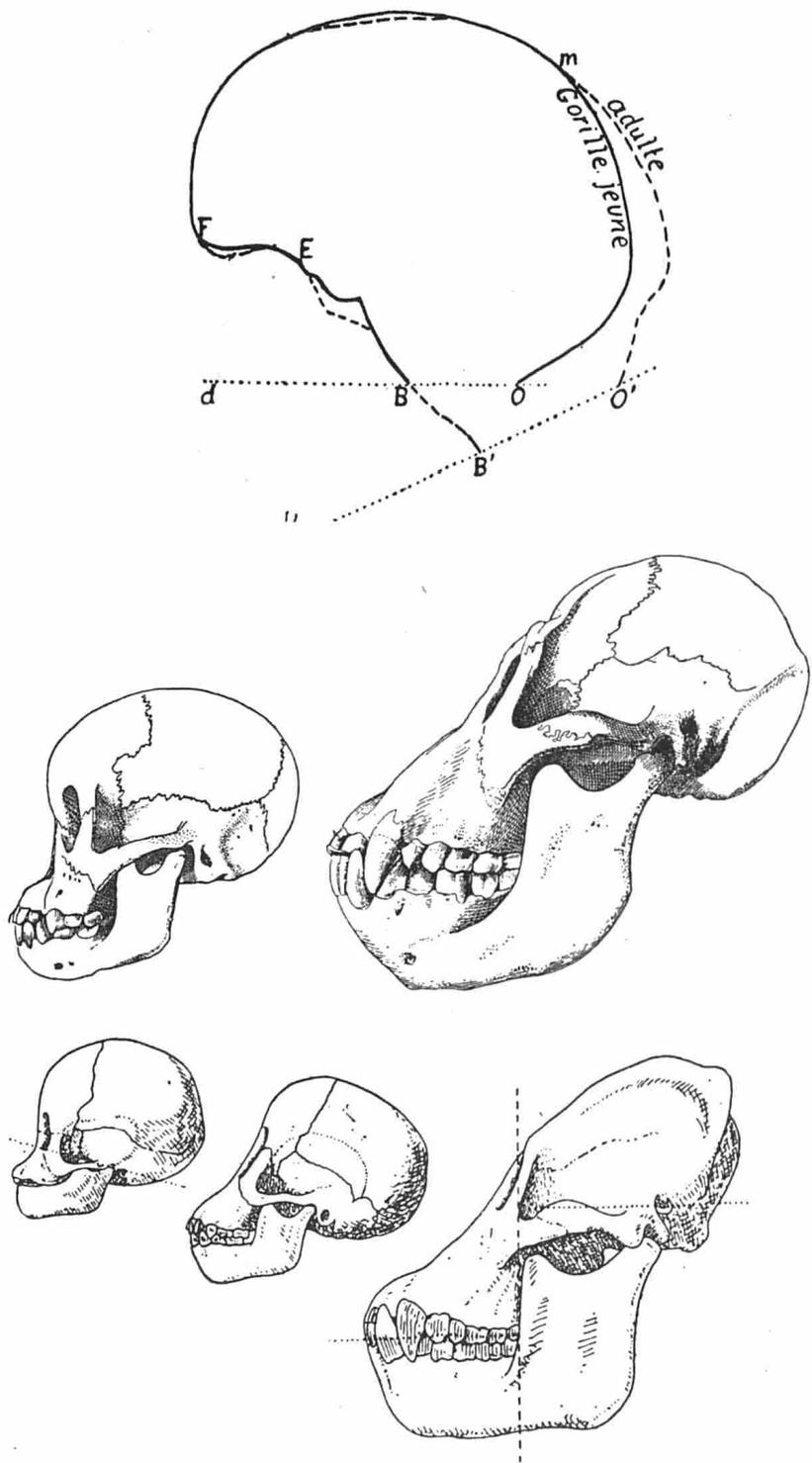


Figure 14.

Reproduction des dessins donnés à propos de la croissance du crâne des Anthropoïdes ;
 De haut en bas : par MANOUVRIER (gorille) ;
 par WIEDERSHEIM (orang) ;
 par FRECHKOP (orang).

14) dénote une mauvaise orientation des deux crânes. Il est certain que la partie antérieure des crânes n'occupe pas une même position aux âges différents.

WIEDERSHEIM, en 1893, étudiant le développement du crâne humain, donne quelques images de crânes de jeunes Anthropoïdes, images reproduites dans les livres classiques, mais il ne donne pas d'explications sur les changements de forme (14).

PAPILLAULT (G) a, en 1898, décrit et figuré les différences morphologiques importantes entre un crâne de Gorille jeune et celui d'un adulte. Il utilisait le plan d'orientation orbitaire de Broca et il étudiait surtout la base du crâne et ses variations. Il semble qu'il ait mal interprété les transformations liées à l'âge. En particulier il a figuré, sans en comprendre la signification, le changement d'orientation du foramen magnum, qui se relève chez le Gorille adulte (fig. 15).

Il a bien mis en évidence la constance morphologique de la loge cérébelleuse et son déplacement « en bloc » au cours de la phylogénèse et de l'ontogénèse; il a insisté sur le relèvement de l'écaille occipitale et sa rotation en haut et en avant, au cours du développement ontogénique du crâne, chez le Gorille. Voici les termes qu'il emploie : « l'opisthion va se trouver » extrêmement relevé par rapport au basion, et il en sera de même pour » toute l'écaille occipitale, qui, dans l'inflexion de la tête, basculera en » haut et en avant ».

Il se dit d'accord avec WELCKER : « observant que, chez les Anthropoïdes, les jeunes ont une courbure (de la base) bien plus accentuée que les adultes, tandis que c'est le contraire chez les Hommes »; il écrit : « Les femmes et les enfants ont bien en effet une inflexion moindre que l'Homme adulte ».

Ainsi, il connaissait déjà les modifications de la base du crâne au cours du développement et la marche opposée de ce mouvement chez l'Homme et chez les Anthropoïdes (fig. 15). Il ne paraît pas que ce point extrêmement important ait été relevé et ait servi de départ à d'autres études. Nous pensons que l'usage du plan orbitaire n'a pas favorisé ces recherches.

LOUIS GIRARD, l'inventeur de la méthode d'orientation vestibulaire des crânes, avait remarqué, dès 1922, que l'angle facial des Anthropoïdes variait avec l'âge des animaux. Se servant d'un angle déterminé par le plan horizontal vestibulaire et la ligne alvéolo-glabellaire, il avait trouvé les chiffres suivants sur des spécimens de :

Chimpanzé adulte : 93°; jeune : 83° environ.

Gorille très âgé : 114°; adulte 112°; jeune 88°.

Orang vieux : 117°; adulte jeune : 100°; jeune 86°.

Mais il ne tirait de ces constatations anatomiques aucune déduction ontogénique.

De nos jours ASHTON et ZUCKERMANN ont poursuivi une étude très particulière : celle du changement de position des condyles de l'occipital avec l'âge, chez le Chimpanzé et le Gorille. Ils ont observé un déplacement, qui

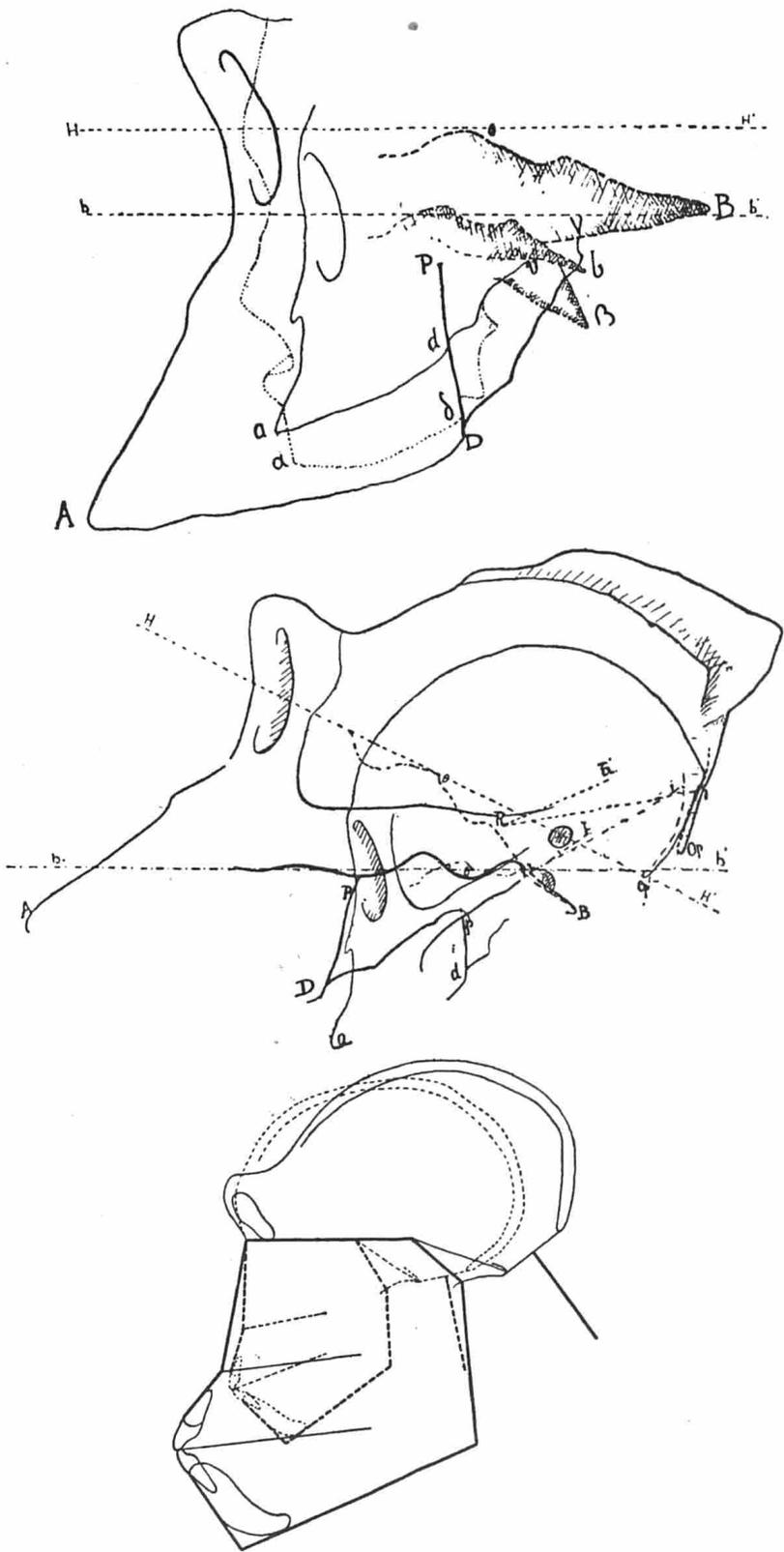


Figure 15.

Idem à Fig. 14. Reproduction par:
 PAPILLAULT (gorille); (en haut et au centre)
 Arne Björk (chimpanzé). (en bas)

sans aucun doute est inséparable d'un changement de position du foramen magnum. Cette étude n'a pas été liée à un travail d'ensemble sur le développement du crâne. Nous y trouvons cependant une confirmation de nos propres recherches sur le déplacement du trou occipital dans l'ontogénèse crânienne.

Un travail particulièrement précis de KUMMER, en 1952, sur le développement de la base du crâne chez l'Homme, présente également des observations sur le développement de cette région chez l'Orang. Il insiste sur la difficulté du choix d'un plan de référence, plan qui permette de juger et de mesurer les déplacements du sommet de l'angle sphénoïdal et ceux du planum et du clivus.

BJÖRK (Arne) met en garde contre les modifications de la morphologie du crâne et de la face liées à la captivité des Anthropoïdes. Des transformations considérables ont été observées et celles-ci doivent rendre suspectes toutes les mensurations prises sur des animaux morts en captivité. Il donne dans son travail, en 1950, une étude du prognathisme au cours de l'ontogénèse, chez un Chimpanzé (fig. 15).

FRECHKOP, en 1948, insiste sur le petit volume de la face chez les jeunes Orangs par rapport au crâne cérébral. Ce rapport s'inverse chez les adultes. Il montre des images (fig. 14) où la projection de la face en avant est manifeste et où existe progressivement un écart important entre le plan du palais et la base du cerveau (1).

Bien que les études suivantes ne concernent pas l'ontogénèse des crânes d'Anthropoïdes il faut signaler les travaux d'OLIVIER, LIBERSA et FENART sur le crâne du Semnopithèque (1955), ceux très importants de LACOSTE (1923) sur le développement du crâne du mouton; et quelques données numériques et graphiques apportées par ANTHONY et VILLEMEN sur la croissance du crâne du *Papio porcarius* (1923).

En résumé, les connaissances anciennes sur l'ontogénèse des crânes d'Anthropoïdes se limitent à un certain nombre de constatations importantes qui sont : 1° Le relèvement du foramen magnum qui se rapproche plus ou moins de la verticalité chez l'adulte; 2° L'ouverture progressive de l'angle sphénoïdal; 3° La prédominance du massif facial sur le neurocrâne; 4° Les variations de l'angle facial de CAMPER.

Mais aucun auteur n'a montré le lien qui unit ces changements et n'a tenté d'expliquer l'ontogénèse de l'ensemble du crâne.

(1) D'autres figures du développement du Crâne des Anthropoïdes ont été données par les auteurs suivants, mais sont basées sur le plan de Francfort :

- KROMAN, W. M. — Studies in Growth changes in the skull and face of anthropoids. III-IV-V. Growth changes in the skull and face of the Gorilla-Chimpanzee- & Orang utan. — *Am. J. Anat.* 47, 1931.
- SCHULTZ, A. H. — Growth and development of the Chimpanzee & Orang utan. Contr. to emb. 28-29. — *Carnegie institute Wash.* Publ. N° 518 & 525, 1940-1941.
- ID. — Postembryonic Age Changes (In PRIMATOLOGIA T.I. - Karger ed.), 1956, pp. 930, 931 et 934 .

Nous étudierons successivement :

- Les modifications des contours du neuro-crâne : faces endocranienne et exo-cranienne (voûte du crâne).
- L'ontogénèse de la base du crâne et les changements d'orientation du foramen magnum.
- L'accroissement du massif facial et sa projection en avant.
- L'évolution des arcades zygomatiques et des fosses temporales.
- Le développement des orbites et la formation des visières.
- La croissance de la mandibule.

DEUXIEME PARTIE

I. — ONTOGENESE DE LA VOUTE DU CRANE DU GORILLE ET DU CHIMPANZE

A. — Généralités

Le développement de la voûte du crâne peut être envisagé de diverses façons. C'est ainsi que son étude peut être menée sur chaque os isolé de la voûte, afin de connaître la façon dont ces os changent leur courbure et étalent leur surface. Il est évident que, depuis les formes les plus jeunes jusqu'aux formes adultes, les os comme le frontal, les pariétaux et l'occipital modifient leur rayon de courbure et changent la disposition de leurs bords. Cette recherche analytique, pour intéressante qu'elle soit, ne fait pas l'objet de ce travail. Elle appartient à l'étude de la morphogénèse générale des os, appliquée à ceux du crâne.

VIRCHOW, KOLLIKER et récemment LACOSTE, ont montré la manière dont se produisent les remaniements osseux : apposition et résorption. RENAUT a appelé ce travail : « La variation modelante du tissu osseux ». Ce qui retient ici l'attention c'est tout d'abord, l'évolution ontogénique de la forme générale du crâne et de ses parties principales, et ensuite les modifications osseuses particulières qui en sont la conséquence.

Cette étude montre que ces transformations dépendent de deux facteurs principaux :

1°) L'expansion générale de croissance de la boîte crânienne, avec croissance différentielle pour le crâne et la face.

2°) Un mouvement particulier de rotation de presque tout l'ensemble du crâne autour de l'axe vestibien, mouvement qui sera analysé attentivement.

Mais au préalable, l'indépendance des deux tables des os de la voûte du crâne doit être rappelée. Notion classique, mais qui revêt une particulière importance dans l'étude de l'ontogénèse crânienne.

L'endocrâne et l'exocrâne, c'est-à-dire l'ensemble des tables : interne et externe des os crâniens, ne suivent pas un même développement ontogénique.

Ils n'obéissent pas aux mêmes incitations au cours de la croissance, aussi leur étude doit-elle être disjointe. La substance osseuse de l'endo-

crâne se moule sur les circonvolutions de la surface des centres nerveux, c'est une notion anatomique bien établie. L'exocrâne, au contraire, subit les influences hormonales, nutritionnelles, musculaires, mécaniques, vasculaires, etc., qui transforment constamment sa morphologie, même chez les sujets adultes. Les deux tables parfois juxtaposées, sont aussi parfois séparées par un diploë, qui peut être important et creusé de sinus volumineux.

B. — Ontogenèse de l'endocrâne

Celle-ci a été suivie sur deux séries de *sections* crâniennes passant les unes par le plan sagittal médian, et les autres par le plan frontal vestibien (passant par l'axe vestibien).

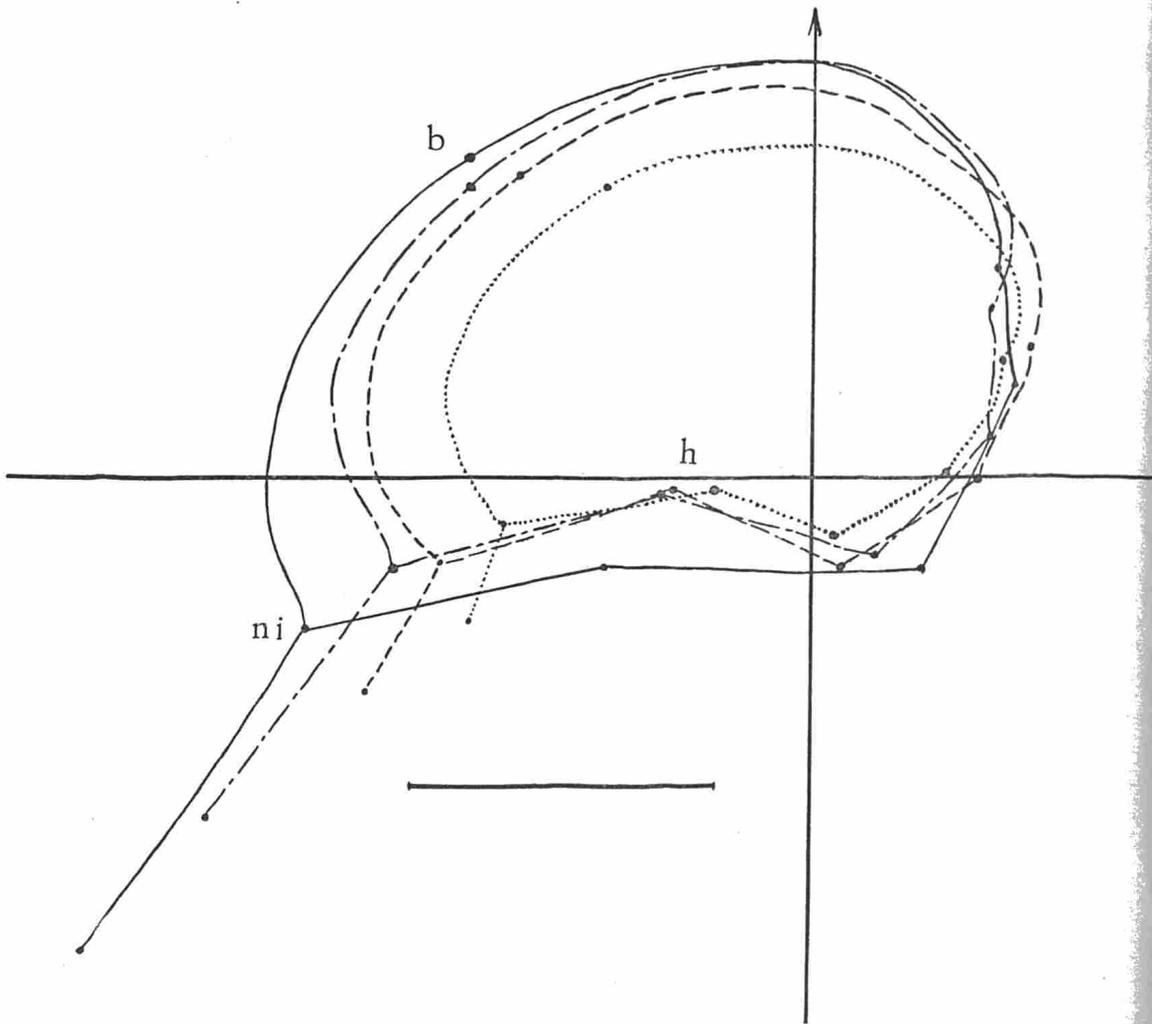


Figure 16.

Croissance de l'endocrâne orienté de 4 stades de Gorilles d'âge croissant: de la naissance (pointillés) à l'adulte (traits pleins). Projection sagittale. En plus du point supérieur de l'échancrure nasale (point P de la figure 9), on note successivement: le bregma, l'endinion, l'opisthion, le basion, le point hypophysaire (H. fig. 9), et le nasion interne.

Elle peut être également étudiée au moyen des projections sur les trois plans, des déplacements des différents points craniométriques situés sur l'endocrâne ou sur la limite de celui-ci avec l'exocrâne. (Basion et opisthion) (Voir fig. 9, 10, 12 et 13).

1. - Limitation de l'endocrâne.

Les limites endocrâniennes de la voûte sont sur la ligne médiane l'opisthion en arrière; le point criblé antérieur en avant (on peut pratiquement le confondre avec le nasion interne (1)). Sur les faces latérales la voûte com-

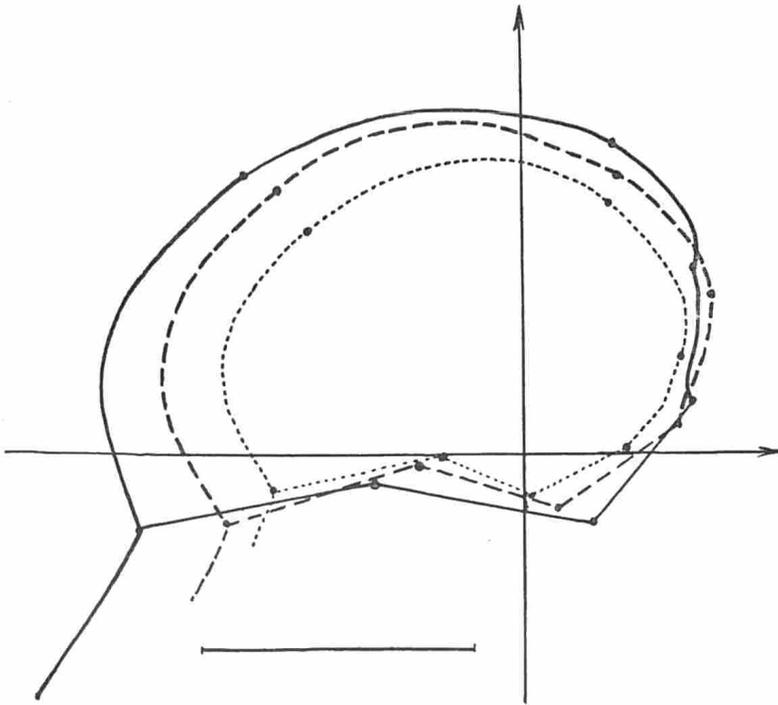


Figure 17.
Idem à la fig. 16, mais, chez le chimpanzé.

mence aux squames temporales incluses, aux ailes du sphénoïde, à la jonction de l'écaïlle du frontal avec les lames orbitaires du frontal.

2. - L'évolution générale de l'endocrâne.

On la suit sur les fig. 16 et 17 qui donnent les tracés de l'endocrâne en section sagittale chez le Gorille et le Chimpanzé.

a) *Surfaces* : Ces images montrent 1°) que la voûte se développe surtout par sa partie antérieure ou frontale et par sa partie supérieure; 2°) que le volume de la région postérieure du crâne change peu; 3°) que la hauteur

(1) Nasion interne: point où le prolongement du crible rencontre en avant le prolongement de la table interne du frontal.

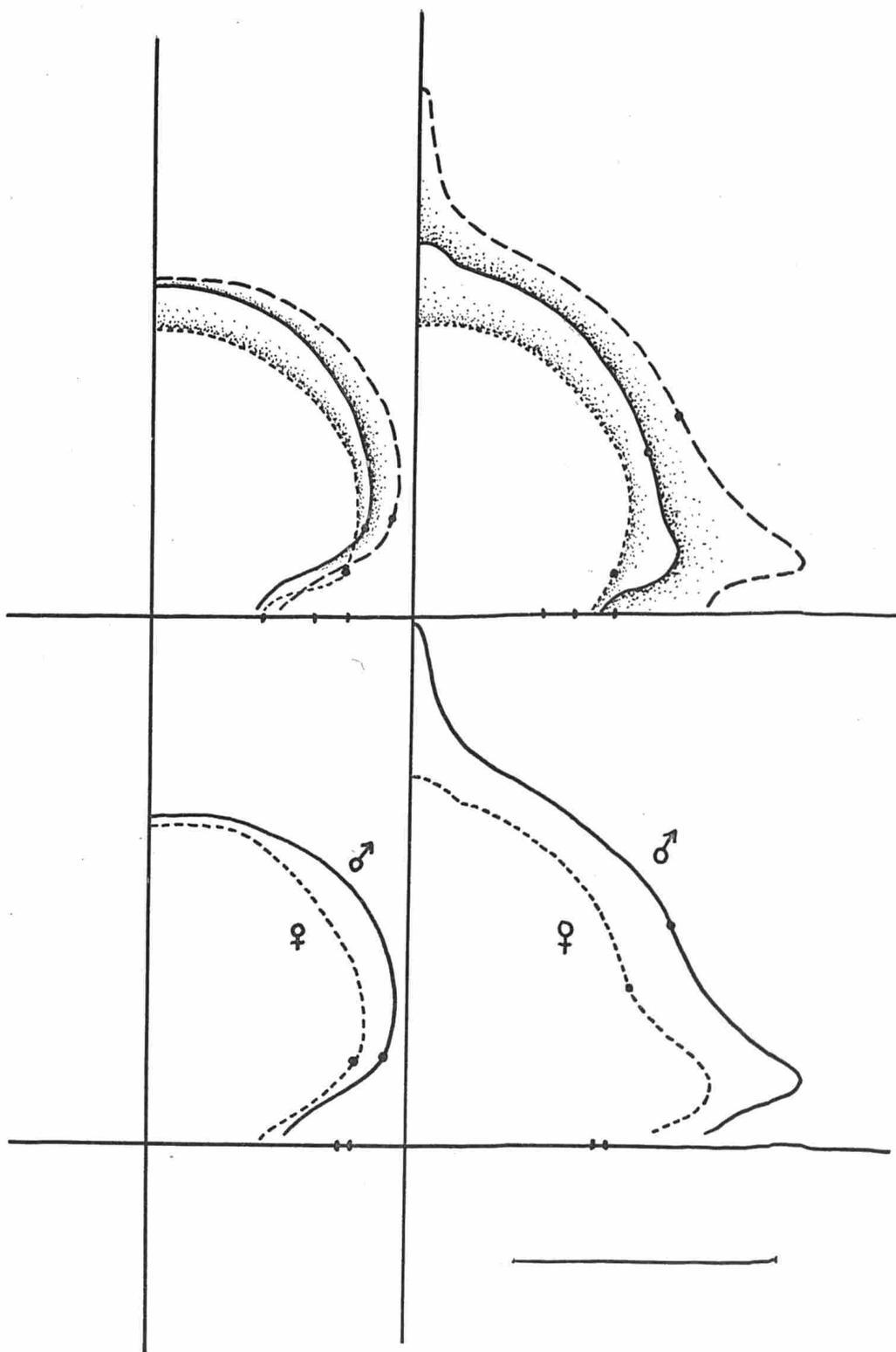


Figure 18.

Sections transversales de l'hémi-crâne de Gorilles selon le plan frontal vestibulaire.
 — Dans les deux figures du haut: croissance des sections, du nouveau-né à l'adulte. — à gauche, endo-crâne; à droite, exo-crâne.
 — Dans les deux figures du bas, différences sexuelles. — à gauche: endo-crâne; à droite: exo-crâne.
 Les deux droites horizontales correspondent aux hémi-axes vestibulaires, et le point V.I. (Fig. 2) a été noté chaque fois par un point sur ces axes.

définitive de la voûte est atteinte avant que la croissance en longueur soit terminée par l'avant, ceci est plus marqué chez le Gorille.

Les sections frontales passant par l'axe vestibien sont représentées sur les fig. 18 et 19. Elles indiquent que l'expansion latérale de l'endocrâne ou

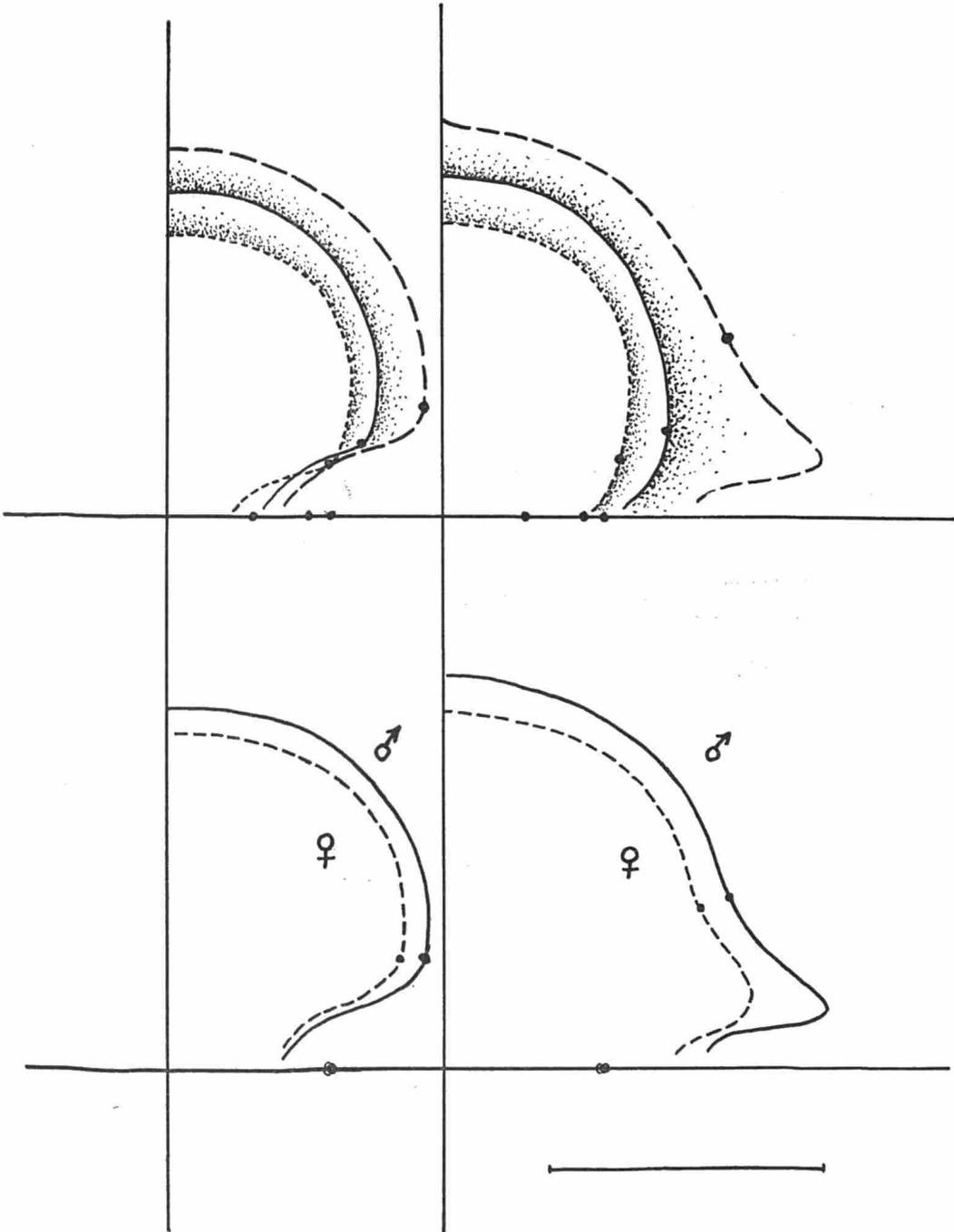


Figure 19.
Idem à la figure 18, mais chez le Chimpanzé.

accroissement en largeur est, chez le Gorille, moins rapide que son expansion en hauteur. Chez le Chimpanzé, les mouvements sont synchrones.

Les sections superposées correspondent à des tranches de plus en plus postérieures, amenées sur le plan frontal vestibien par la rotation négative de l'arrière crâne autour de l'axe vestibien.

b) *Points* : L'étude du déplacement des points craniométriques médians livrera la participation des os dans le développement général de l'endocrâne. Les cheminements du basion, de l'opisthion, de l'inion interne, du lambda interne, du bregma interne et du nasion interne ont été tracés sur les fig. 9 et 12. Ces lignes sont des courbes à concavité antéro-supérieure pour les quatre premiers et inférieure pour les deux derniers. Mais pour un observateur qui regarde par la tranche les héli-sections droites des crânes, toutes ces courbes indiquent une rotation des points en sens inverse des aiguilles d'une montre; rotation qui a été appelée « négative », autour de l'axe vestibien. La conclusion qui s'impose est que les os qui se trouvent limités par ces points suivent un mouvement identique. L'endocrâne tourne au cours de l'ontogénèse en sens inverse des aiguilles d'une montre.

C'est pourquoi, aux deux extrémités de la voûte, on voit en arrière l'opisthion s'élever au-dessus du plan vestibulaire horizontal et le nasion interne en avant s'abaisser sous le même plan.

Naturellement le foramen magnum et le basion ont un mouvement identique. Les différentes figures de la voûte et celles de la base du crâne montrent toutes ce déplacement rotatoire des points autour de l'axe vestibien. Il sera retrouvé sur l'exocrâne.

Cependant, quand un point tourne autour de l'axe, au cours de la croissance, il s'en éloigne en même temps, donc un os compris entre deux de ces points, ne se contente pas de tourner, il se déforme et sa courbure varie. C'est ce qui explique, par exemple, que pour la face, les points craniométriques tournent autour de l'axe vestibien dans le même sens négatif que pour la voûte, mais ces points s'éloignant rapidement sur leur courbe, et de façon différentielle, rien n'empêche que certains éléments comme le bord alvéolaire, restent parallèles entr'eux (bien que ses points-limites tournent).

L'accroissement rotatoire d'un os peut être obtenu par la différence entre les rotations des points qui les limitent (voir fig. 20).

Cet « accroissement angulaire » des os, ainsi défini, est intéressant à considérer pour chacun d'entr'eux; il peut être mesuré au moyen des courbes des fig. 9 et 12 (voir fig. 20), mais doit être complété par l'éloignement de chaque point sur sa courbe, afin d'obtenir la croissance vraie de chaque os.

La même méthode peut être employée pour l'exocrâne, ou la base du crâne.

A titre d'exemple (fig. 20) sur l'exocrâne : l'occipital d'origine cartilagineuse (de l'opisthion à l'inion externe); chez le nouveau-né, son écart angulaire est compris entre les rayons 1 et 3, et mesure 40° , et chez l'adulte, il est compris entre les rayons 2 et 5, et mesure 53° . Ces chiffres, joints à

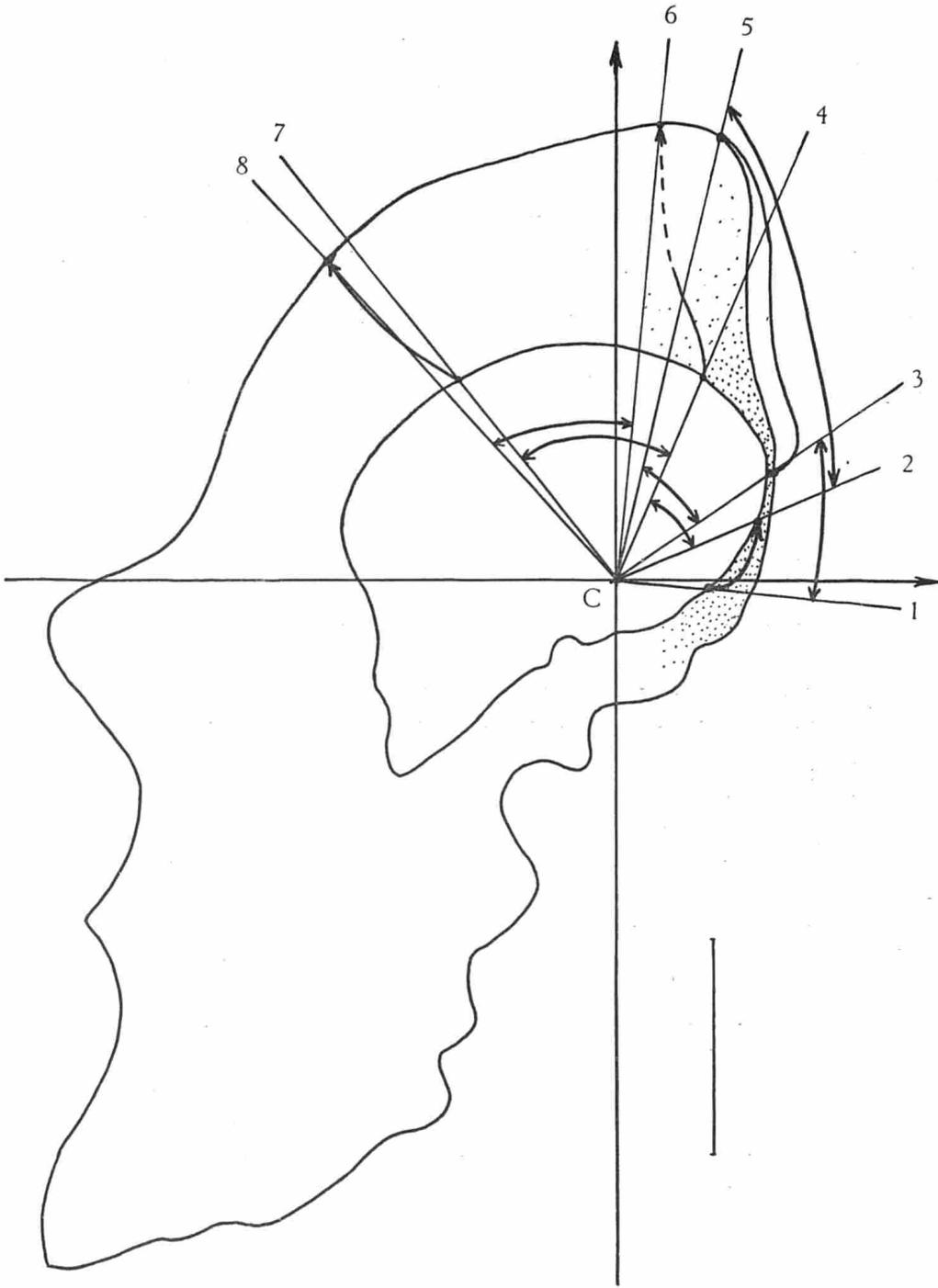


Figure 20.

Profils orientés d'un crâne de Gorille à la naissance et d'un adulte. Cette figure montre comment déterminer les variations angulaires d'un point en faisant passer des rayons (1, 2, 3...), par les points correspondants chez un jeune et un adulte. La variation angulaire d'un os se fait par différence entre les variations angulaires des points qui le limitent.

la lecture des courbes permettent de dire que l'occipital d'origine cartilagineuse : 1°) s'est déplacé vers le haut; 2°) a augmenté de 13° son écart angulaire, mais 3°) a encore augmenté beaucoup sa surface par le fait de l'éloignement de l'inion sur sa courbe, beaucoup plus que l'opisthion. Ce dernier fait peut être mesuré par la différence en mm. entre l'éloignement de l'inion et celui de l'opisthion : le premier s'est éloigné de (108-44) = 64 mm., l'autre de : (36-22) = 14 mm., donc différence de 50 mm.

On peut ainsi, comme nous l'avons fait chez l'Homme (1) étudier chaque croissance osseuse séparément.

Les chiffres qui suivent sont valables entre nos stades extrêmes, c'est-à-dire entre les environs immédiats de la naissance, et l'adulte *mâle*.

On donnera successivement les renseignements relatifs à l'exocrâne et à l'endocrâne afin d'éviter des répétitions au paragraphe suivant.

GORILLE.

Trou occipital : il diminue de 12°.

Exocrâne :

Occipital d'origine cartilagineuse, entre l'opisthion et l'inion; augmente de 13°.

Occipital d'origine membraneuse, entre l'inion et le lambda; diminue de 26°.

Pariétal : entre lambda et bregma; diminue de 13°.

Frontal : entre bregma et point sourcilier; reste de même valeur.

Endocrâne :

Occipital d'origine cartilagineuse, entre l'opisthion et l'endinion; diminue de 10°.

Occipital d'origine membraneuse entre endinion et lambda; diminue de 7°.

Pariétal : reste de même valeur.

Frontal : entre bregma et nasion interne; reste de même valeur.

Donc : indépendance quasi-totale des deux tables, tendance à l'emboutissement angulaire des os les uns dans les autres (2), maximum à l'arrière puisque le pariétal endocrânien et le frontal en entier ne varient plus de façon angulaire (quant à leur valeur mais non quant à leur position).

En effet, en plus des différences angulaires propres à chaque os, il est bien évident qu'un os subira la poussée de l'os qui précède, celui-ci étant lui-même repoussé par un autre, etc...

Depuis le basion jusqu'aux limites antérieures adoptées pour le frontal, l'emboutissement total de la voûte est : sur l'endocrâne, de 29 degrés, et sur

(1) FENART (R.). — Ontogénèse cranio-faciale chez l'Homme (Voir Bibl.).

(2) Quand on parle « d'emboutissement » il s'agit d'une diminution « angulaire » du secteur dans lequel un os se trouve inscrit. Cet emboutissement angulaire peut réagir sur l'os de deux façons : soit que celui-ci s'emboutisse réellement dans sa substance osseuse, soit plutôt (et c'est ce qui se passe en fait généralement) que l'os modifie sa courbure à l'intérieur de l'angle, ou se place plus obliquement à l'intérieur de celui-ci.

l'exocrâne, de 38 degrés. Le crâne s'est donc « refermé » d'une trentaine de degrés depuis le nouveau-né jusqu'au Gorille adulte, en même temps qu'il « tournait » vers l'avant, comme si une force poussait à l'arrière, et qu'une autre tendait à maintenir l'avant; c'est là qu'intervient la base du crâne.

CHIMPANZE.

Trou occipital : il diminue de 14°.

Exocrâne :

Occipital d'origine cartilagineuse : augmente de 10°.

Occipital d'origine membraneuse : diminue de 18°.

Pariétal : diminue de 3°.

Frontal : diminue de 1°.

Endocrâne :

Occipital d'origine cartilagineuse : augmente de 5°.

Occipital d'origine membraneuse : diminue de 15°.

Pariétal : diminue de 3°.

Frontal : augmente de 3°.

Ainsi, entre les points extrêmes considérés (les mêmes que pour le Gorille), le Chimpanzé voit sa voûte « s'emboutir » de 26 degrés pour l'exocrâne, et de 28 degrés pour l'endocrâne. Donc, en général, les phénomènes sont identiques à ceux qui se sont passés chez le Gorille.

HOMME.

Il est intéressant de comparer les résultats précédents à ceux obtenus chez l'Homme entre les mêmes limites : nouveau-né, adulte. Les points ont été choisis de la même façon mais, sauf pour le frontal, la proximité des deux tables de la voûte n'oblige pas à distinguer les points endocraniens et exocraniens.

On trouve (voir fig. 7) :

Trou occipital : diminue de 24°.

Occipital d'origine cartilagineuse : diminue de 7°.

Occipital d'origine membraneuse : augmente de 15°.

Pariétal : augmente de 7°.

Frontal : interne : augmente de 4°; externe : augmente de 9°.

En tout : pour l'exocrâne : aucune variation; pour l'endocrâne : diminution de 5°.

Quand on compare ces résultats aux précédents, on s'aperçoit que ceux-ci sont absolument inverses.

Alors que chez les Anthroïdes, les os du crâne ont tendance à s'emboutir les uns dans les autres, chez l'Homme, chaque os s'accroît pour son propre compte (sauf l'occipital d'origine cartilagineuse) et repousse d'autant celui qui se trouve derrière lui, à tel point que l'occipital d'origine cartila-

gineuse est obligé de se laisser emboutir (inverse de ce qui se passe chez les Anthropoïdes), et la valeur angulaire du trou occipital de diminuer, afin de ne pas faire dépasser à celui-ci la position horizontale, qui est une position limite, faute de quoi il y aurait rencontre, chez l'Homme, entre la face et l'arrière-crâne (colonne cervicale). C'est par ces simples considérations qu'il est possible d'affirmer que l'Homme est arrivé à son degré de développement maximum.

En plus des points de la voûte précédemment étudiés, l'endocrâne comporte aussi une portion basale. Celle-ci fera l'objet d'un chapitre spécial : la base du crâne.

C. — Ontogénèse de l'exocrâne

Elle sera étudiée depuis l'opisthion en arrière jusqu'aux rebords orbitaires supérieurs en avant, et latéralement sera limitée par une ligne passant par les ptérior, l'insertion des zygomatas et les bords du foramen.

Le développement, dans son ensemble, suit le sens général du développement de l'endocrâne ainsi que cela a déjà été dit. Mais comme l'exocrâne est beaucoup plus malléable et qu'il est l'objet de multiples causes de déformation, des accidents osseux viennent s'ajouter à la courbe générale de la voûte, au cours de sa croissance. Cette étude comprendra celle des surfaces, des points et des accidents osseux de l'exocrâne.

1°) **Les surfaces osseuses** se développent comme les surfaces osseuses de l'endocrâne, en déployant la voûte vers sa partie antérieure et sa partie supérieure, la partie postérieure ou occipitale ne subit pas d'expansion vers l'arrière; elle s'aplatit plutôt (fig. 21 et 22).

Les cheminements des points craniométriques externes ont indiqué le mode de participation de la table externe des os de la voûte dans la croissance de l'exocrâne. Ces points se déplacent en décrivant des courbes comme les points endocrâniens. Mais le cheminement de ces points est parfois difficile à suivre en raison de la présence des accidents osseux dont il a été parlé, et de l'ossification précoce des sutures, dans la région postérieure principalement (λ). L'examen des courbes et des chiffres précédents indique que l'exocrâne suit une rotation négative moins marquée que celle de l'endocrâne (1). Il ne faut pas oublier que la rotation de l'ensemble est le résultat de la rotation primitive de la région occipitale qui refoule les autres os du crâne, eux-mêmes en expansion de surface. Il y a combinaison d'effets mécaniques que nous avons voulu analyser, car on n'en lit que les résultats sur les courbes et schémas présentés.

2°) **Les points craniométriques exocrâniens** montent dans la région occipitale en décrivant des courbes à concavité antéro-supérieure. L'opisthion

(1) En effet, si la limite postérieure est commune pour l'exo- et l'endocrâne, dans les chiffres des pages précédentes, il faut tenir compte que l'exocrâne a été arrêté plus haut que l'endocrâne, en avant (point sourcilier au lieu du nasion interne) et si les chiffres totaux se rapprochent l'un de l'autre, il y a encore toute la différence de hauteur entre le point sourcilier et le nasion interne.

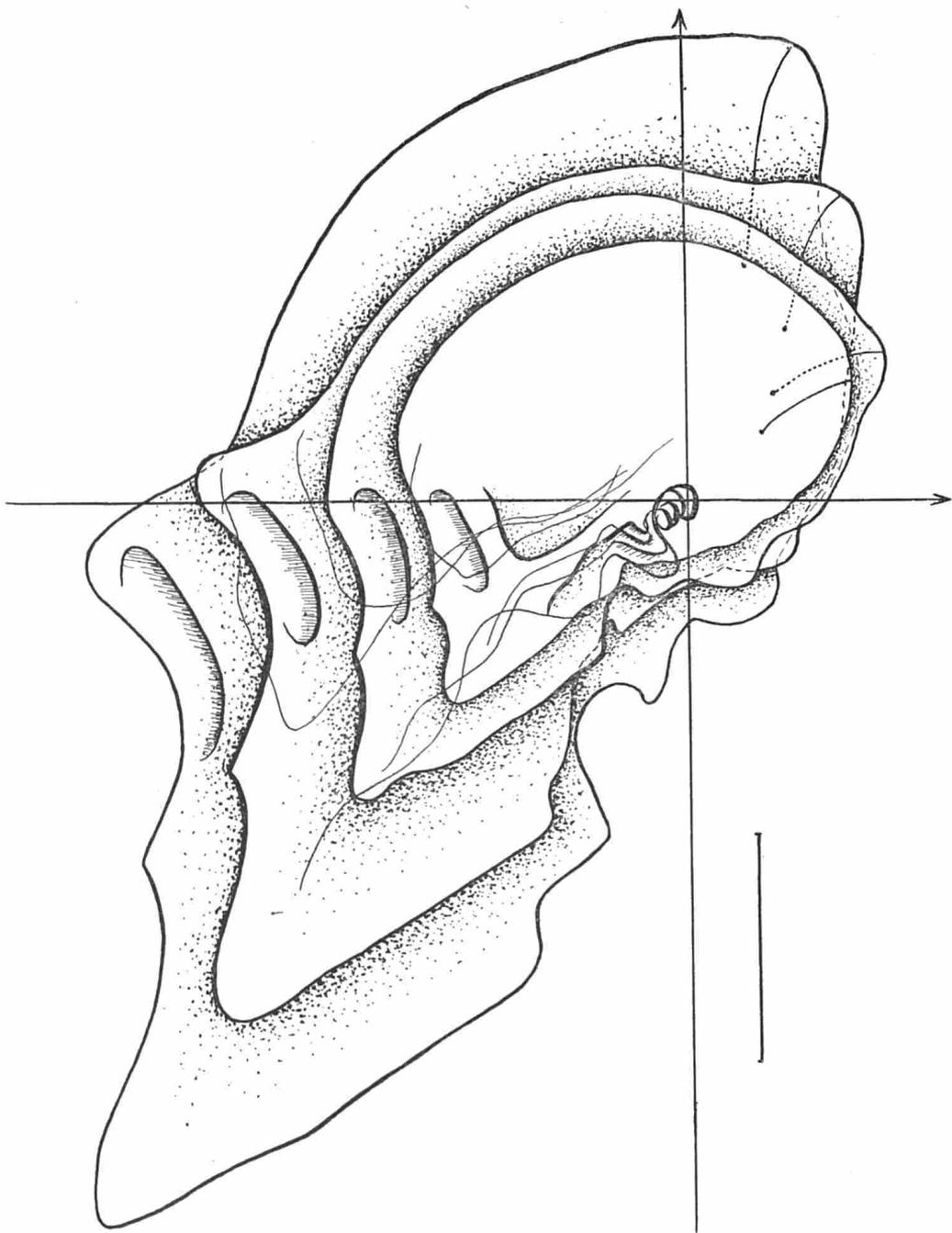


Figure 21.

Profils successifs des 4 stades de la croissance du Gorille mâle. Noter l'accroissement de la face et la diminution relative de la partie postérieure du crâne. Les orbites, les apophyses zygomatiques et les conduits auditifs externes ont été dessinés.
 En arrière: crête inio mastoïdienne arrêtée à l'astérian.

suit une marche déjà indiquée. L'inion externe se déplace beaucoup plus que l'inion interne et que le lambda et tend à recouvrir ce dernier comme par une vague (chez le Gorille). Dans la région antérieure ces courbes ont une concavité dirigée vers l'avant et le bas, mais le bregma externe tourne moins que le bregma interne. Quant au point sourcilier il s'abaisse fortement en fin de croissance.

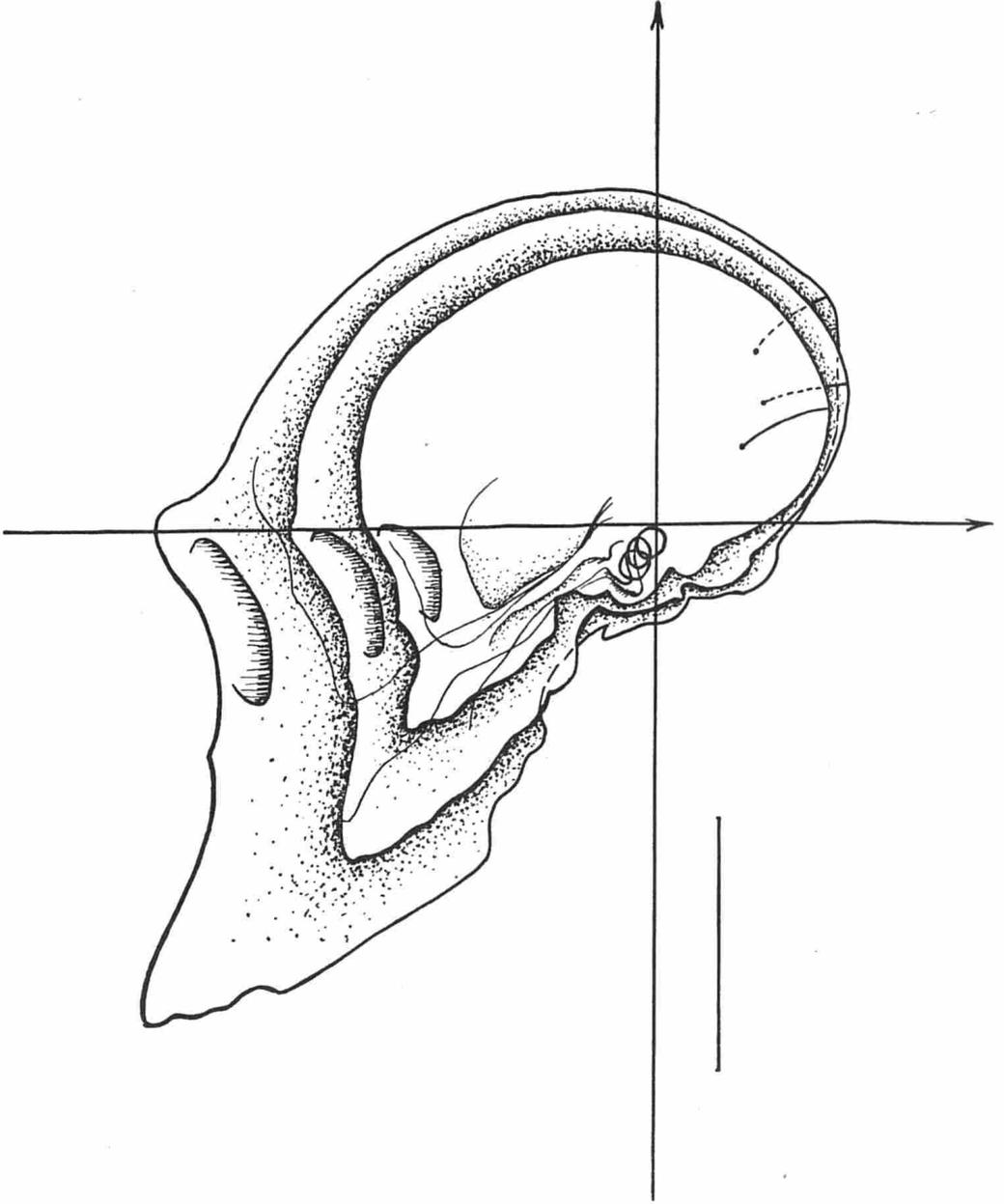


Figure 22.

Profils successifs des 3 stades de la croissance du Chimpanzé mâle. Noter l'accroissement de la face et la diminution relative de la partie postérieure du crâne. Les orbites, les apophyses zygomatiques et les conduits auditifs externes ont été dessinés.

3°) **Les accidents osseux** : Ce terme désigne les crêtes inio-mastoïdienne, la crête sagittale et les visières. Ces dernières qui dépendent du frontal, donc de la voûte du crâne, seront étudiées séparément, après l'étude de l'ontogénèse du massif facial. Elles sont en effet situées dans une région frontière intermédiaire entre la voûte et la face et l'étude de la face doit être connue avant de pouvoir aborder la formation des visières.

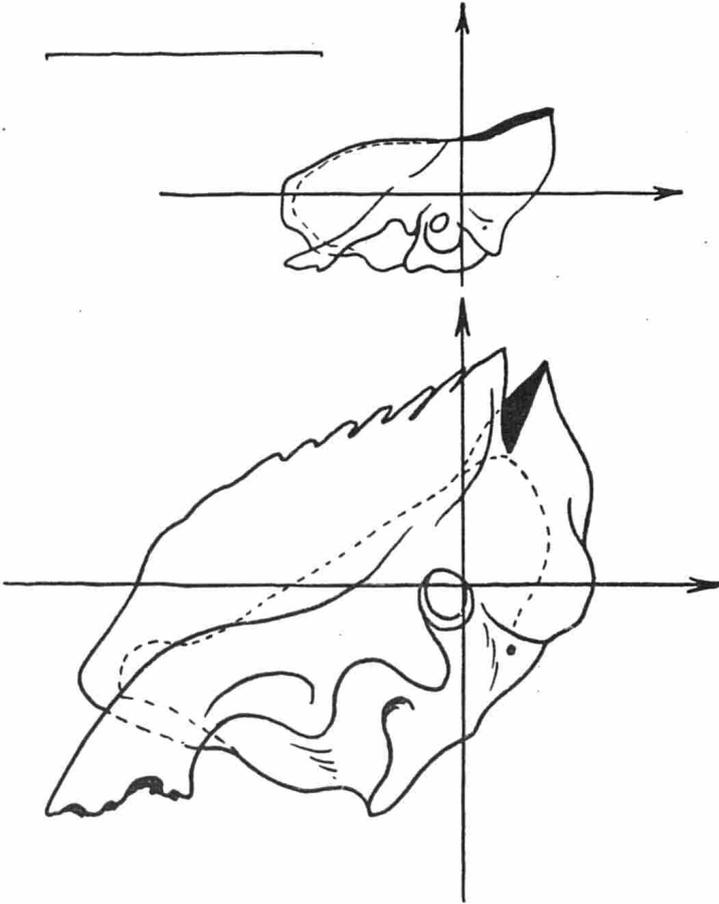


Figure 23.

Rotation négative de la région mastoïdienne.

Temporal orienté d'un Gorille nouveau-né et d'un adulte. Noter la rotation en avant de la portion mastoïdienne, l'augmentation en hauteur du biseau articulaire avec le pariétal, et l'angulation profonde de l'incisure chez l'adulte (en pointillés: surface endocrânienne).

Crête sagittale.

La fig. 18 montre la croissance de cette crête chez le Gorille. Le jeune Gorille et le jeune Chimpanzé possèdent un exocrâne absolument lisse comme l'exocrâne humain, la crête s'accuse avec l'âge et est en rapport avec le développement des muscles masticateurs.

Crêtes inio-mastoïdiennes.

Les deux Anthropoïdes étudiés possèdent une crête inio-mastoïdienne

dont on peut voir la croissance sur les figures 18 et 19. La formation de la crête inio-mastoïdienne modifie les sutures de cette région, donc, gêne la recherche des points craniométriques sagittaux tels l'inion et le lambda, et les points latéraux tels l'astérion.

C'est au niveau de la crête inio-mastoïdienne que se produit une transformation morphologique importante du temporal, à l'union de l'écaïlle et du rocher est située une incisure; l'incisure pariétale du temporal (1).

Chez les Anthroïdes jeunes l'incisure est visible, la surface exocranienne de l'écaïlle se continue avec la surface exocranienne du rocher et l'incisure crée une encoche sur le bord supérieur de l'os.

Le fond ou sommet de cette encoche, situé sur l'exocrâne a été nommé le point incisural externe et on a figuré ses déplacements (fig. 8, 10, 11, 13) en même temps que ceux de l'astérion.

Chez l'adulte, il y a, par suite de la rotation négative de l'occipital, un refoulement de la région mastoïdienne en haut et en avant (voir fig. 8 et 11, l'ascension du point mastoïdien maximum). Les deux surfaces exocrâniennes, squameuse et mastoïdienne, se mettent en angulation.

L'incisure se ferme et avant de s'ossifier devient un couloir étroit qui enserme l'angle mastoïdien du pariétal (fig. 23). Puis, toutes les sutures de la région s'ossifient et il est bientôt impossible de distinguer les points craniométriques de la région postérieure du crâne.

Le cheminement de l'astérion et celui de l'inion méritent une description spéciale, parce que ces trajets parcourus suivent le sens inverse du trajet de ces points chez l'Homme. Les figures 8, 9, 10, 11, 12 et 13 montrent sur les projections sagittale, frontale et horizontale les courbes décrites par ces points chez les Anthroïdes. En particulier, le trajet récurrent de l'astérion est figuré en 10 et en 13 montrant sa projection sur le plan horizontal.

D. — Variations des angles hiatique et foraminien au cours de l'ontogénèse de la voûte du crâne

Les angles variant au cours de l'ontogénèse sont particulièrement les angles qui témoignent de la rotation négative ou positive du crâne.

Deux angles choisis donnent des variations particulièrement démonstratives. *Le premier* est l'angle dièdre foraminien (BEAUVIEUX), (voir fig. 24) entre le plan vestibulaire horizontal et le plan du foramen magnum. Cet angle augmente au cours de la croissance du crâne des Anthroïdes (Planches 25 et 26). Une augmentation semblable avait été rencontrée chez les Primates par DELATTRE et FENART, et OLIVIER, LIBERSA et FENART). Ce n'est pas le choix du plan vestibulaire horizontal comme le plan de référence qui est responsable de ces variations. Il y a 80 ans, PAPILLAULT et MANOUVRIER les avaient remarqués chez le Gorille, en se servant d'autres plans d'orienta-

(1) La région astérique. DELATTRE (A.) et FENART (R.). Bull. et Mém. Soc. Anthro., Paris, 1954.

tion. Ces modifications dans l'obliquité du plan traduisent évidemment les déplacements du basion et de l'opisthion. *Le second* angle dièdre, dont les variations nous intéressent, est l'angle compris entre le plan frontal vestibien et le plan déterminé par l'axe vestibien et l'inion externe (fig. 24). Cet angle dièdre donne en coupe sagittale l'angle dit « centro-iniaque » passant par le centre des axes de référence, la ligne centro-iniaque, et le plan frontal (planches 25 et 26) ses valeurs décroissent durant le développement du crâne

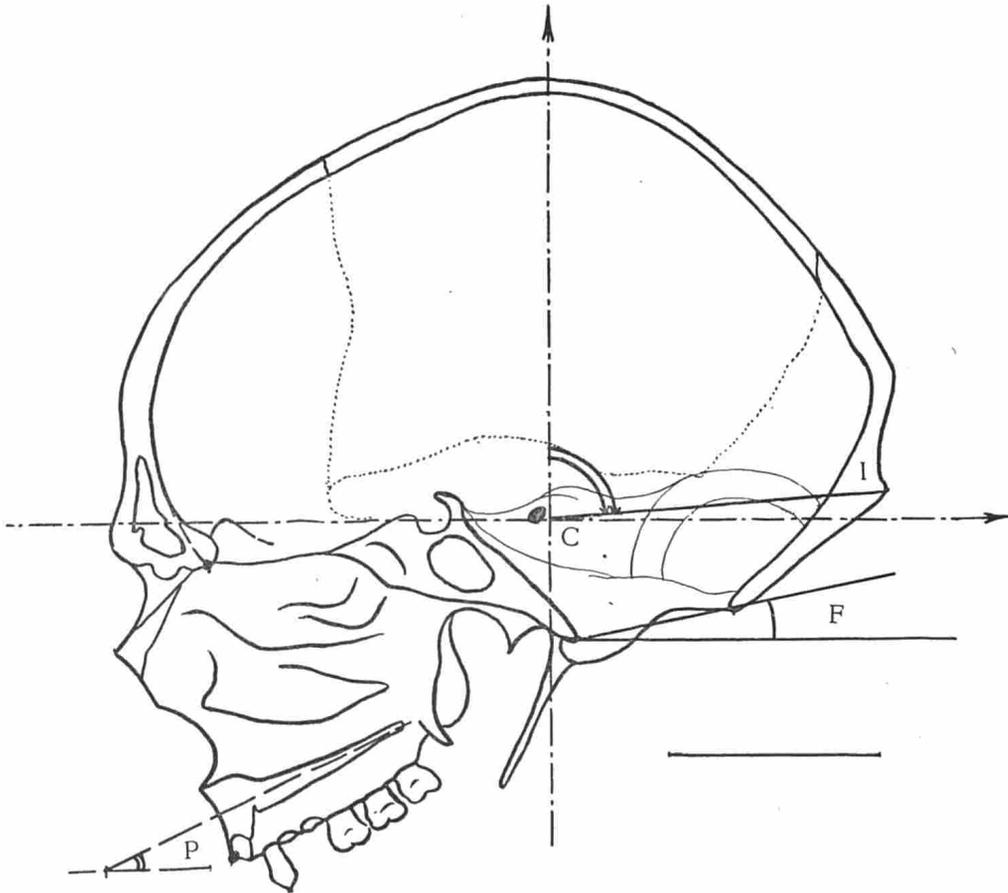


Figure 24.
Les angles foraminien (F), centro-iniaque (C.I.) et palatin (P).

anthropoïde. Il varie donc en sens inverse du premier angle ou angle foraminien et il traduit les déplacements de l'inion.

Les travaux antérieurs sur le développement du crâne humain ont démontré que chez l'Homme, ces angles subissent des transformations de sens opposé (fig. 5 et 7). Sur les figures 27 et 28, on a représenté les différences sexuelles angulaires entre les adultes de Gorilles et de Chimpanzés. Il est facile de voir qu'à ce point de vue, les angles de la femelle possèdent tous les caractères d'un stade mâle infantile.

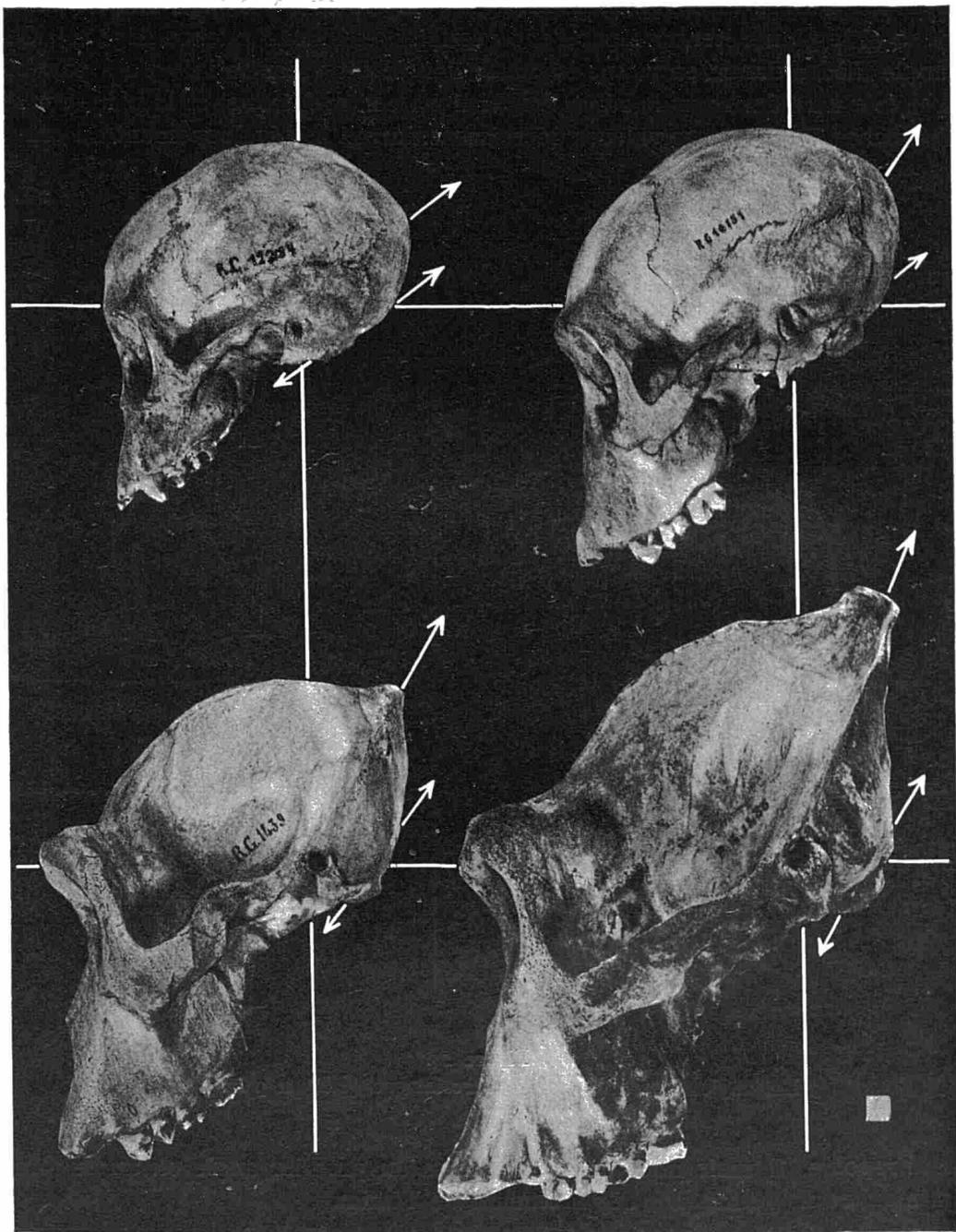


Figure 25.

Planche où sont orientés des profils de Gorilles mâles d'âge croissant. (Le stade le plus jeune ne s'y trouve pas, voir pour cela la Figure 68). Noter la rotation dite « négative » des deux flèches montrant sur le crâne postérieur les variations des angles centro-iniaque et foraminien. (Fig. 24). L'échelle est indiquée par un centimètre carré.

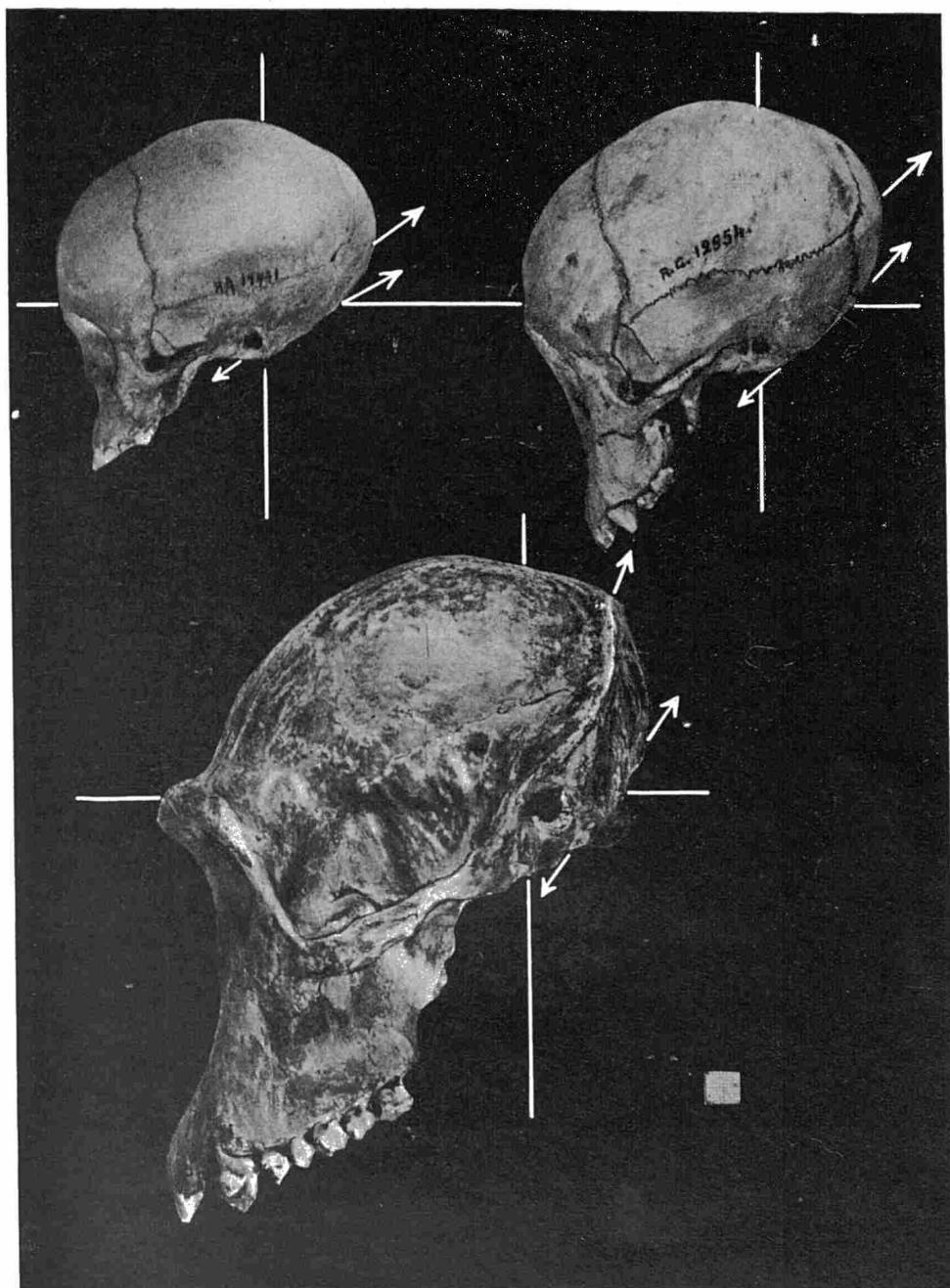


Figure 26.

Planche où sont orientés des profils de Chimpanzés mâles d'âge croissant. (Le stade le plus jeune est presque un nouveau-né).

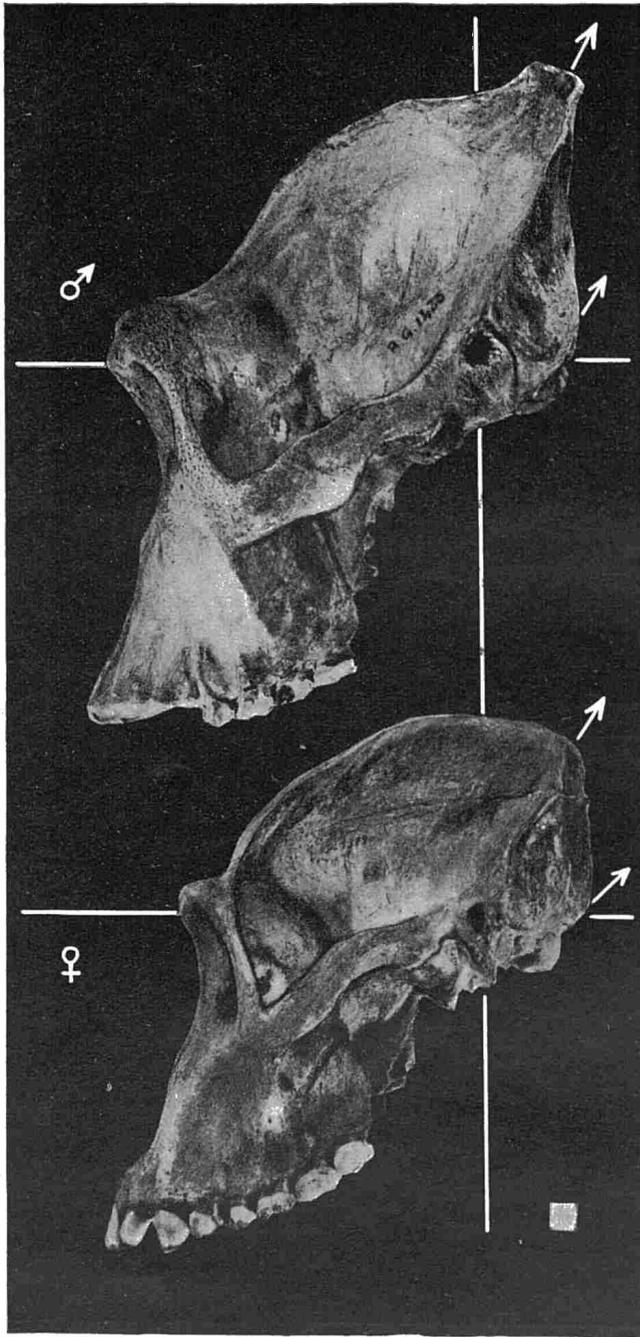


Figure 27.
Différences sexuelles chez le Gorille adulte.

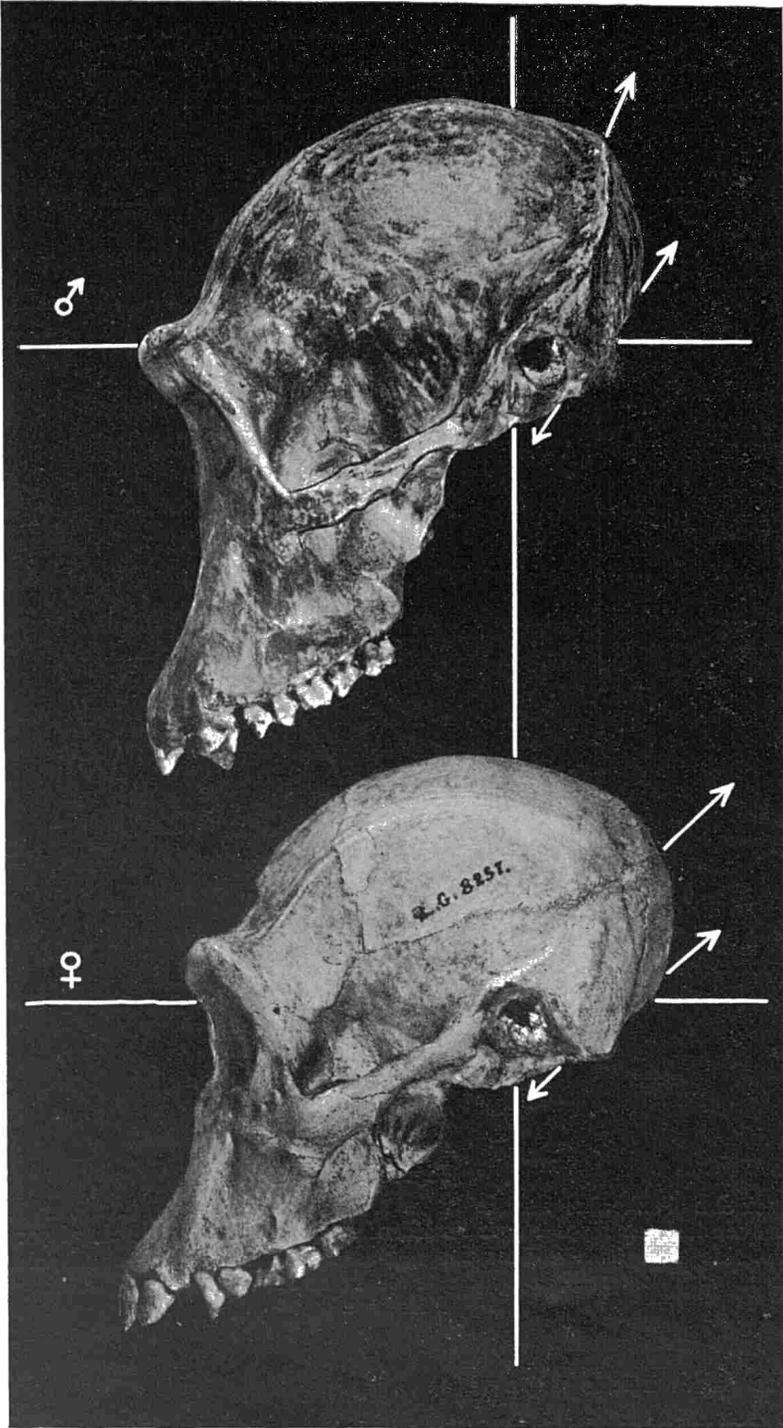


Figure 28.
Différence sexuelles chez le Chimpanzé adulte.

E. — Comparaison avec la voûte du crâne humain

La ressemblance des nouveaux-nés d'Anthropoïdes et des nouveaux-nés humains est bien connue. La différenciation va s'établir assez rapidement, d'une part en raison de la modification du massif facial, d'autre part à cause de la modification de la voûte du crâne. Ce dernier point doit être maintenant précisé.

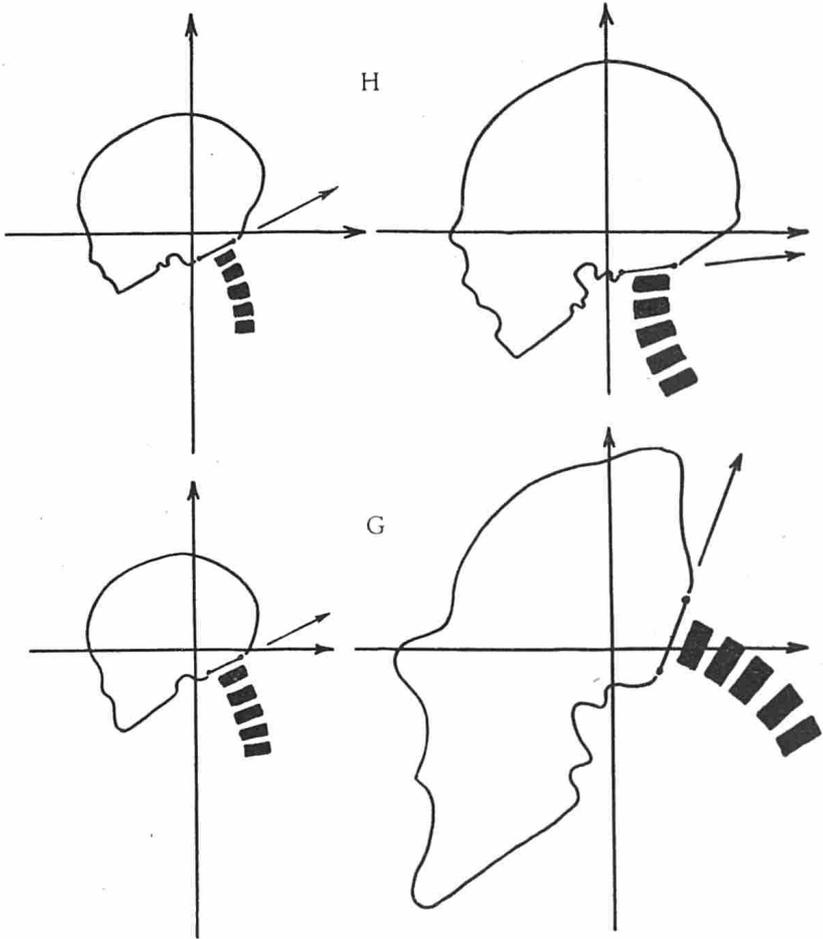


Figure 29.

En haut, évolution d'un crâne humain de la naissance à l'état adulte. Noter la disposition de la colonne cervicale en rapport avec l'orientation du trou occipital (indiqué par une flèche). En bas, évolution d'un Gorille dans les mêmes limites d'âge. Noter le point de départ identique et la position terminale différente de la colonne cervicale, par comparaison avec l'Homme.

Ontogénèse différentielle de la voûte

Cette ontogénèse différentielle ne doit pas tenir compte des accidents osseux de l'exocrâne très visibles, mais expliquer comment l'endocrâne des Anthropoïdes diffère de l'endocrâne humain.

Cette explication doit s'appuyer sur la notion bien établie des transfor-

mations de la base au cours du développement. La base explique la voûte : la *forme* de la voûte bien entendu, car le *volume* dépend de la *masse* du cerveau (ce qui ne sera pas étudié ici).

Le phénomène majeur est la rotation négative des os de la voûte qui s'accompagne toujours d'une ouverture de l'angle sphénoïdal. Ce phénomène est à opposer chez l'Homme à la rotation positive des os de la voûte qui s'accompagne toujours d'une fermeture de l'angle sphénoïdal. Ces deux phénomènes donnent à l'endocrâne la forme simiesque ou la forme humaine. L'un aplatit la nuque et la relève, l'autre l'arrondit et l'amplifie, tout en l'abaissant.

Le développement du cerveau ne montre pas son action dans ces mouvements du crâne. C'est la déflexion de la tête par rapport au cou qui en est responsable. Chez les Anthropoïdes (voir fig. 29) c'est l'attitude du cou et du tronc qui entraîne le foramen et son cadre osseux.

II. — BASE DU CRANE

A. — Forme générale de la base du crâne

Nous définissons la base du crâne comme un volume irrégulièrement brisé, dont les segments sont parfois courbes, étendu de la partie antérieure du crible en avant, jusqu'au foramen magnum en arrière, ce foramen étant étudié avec cet ensemble. La description comprend :

1°) Le crible ethmoïdal, dont la forme générale est celle d'une cupule, plus ou moins profonde et rétrécie latéralement, se présente, sur une section sagittale médiane du crâne, comme une ligne courbe à ouverture supérieure.

2°) Derrière le crible se trouve un bloc osseux, constituant la base proprement dite, formé par la réunion plus ou moins visible de trois pièces osseuses : les processus antésphénoïdaux droit et gauche du frontal, réunis sur la ligne médiane par la suture métopique basilaire; le basi-sphénoïde avec ses deux parties et le basi-occipital. Sur une section sagittale ce bloc se termine en arrière au basion, en avant le point le plus antérieur est le point criblé postérieur.

3°) On peut, chez les Anthropoïdes et les Primates, considérer l'étude du foramen magnum comme devant être rattachée à celle de la base. Il n'en est plus de même chez les autres Mammifères. Chez certains d'entre eux le foramen magnum est réellement placé sur la voûte du crâne : ex. Cétacés.

La masse osseuse qui constitue la base du crâne, entre le crible et le foramen, doit être étudiée comme un volume et non pas seulement représentée par sa simple surface endocranienne. C'est cette surface brisée qui a été surtout étudiée jusqu'à présent. On y rencontre d'avant en arrière : les processus anté-sphénoïdaux du frontal, le « planum sphénoïdal » la fosse

pituitaire, le clivus. Ce sont les diverses inflexions de ces parties qui ont été analysées. Ces angulations représentent en effet un phénomène évolutif majeur du crâne.

Mais sous cette surface endocranienne les corps du sphénoïde et du basi-occipital ont une importance non négligeable et la surface inférieure pharyngienne de ces os doit être elle-même l'objet de recherches.

D'une manière générale, la section sagittale du bloc osseux central de la base du crâne représente, chez les Anthropoïdes étudiés, une sorte de losange : le losange fronto-sphéno-occipital. Le grand axe du losange est placé presque horizontalement; il est étendu du point criblé postérieur au basion. Le petit axe va du fond de la fosse hypophysaire au sommet de l'angle que forme la surface rhino-pharyngienne du losange.

Au cours de l'ontogénèse du crâne, l'ensemble de ce bloc osseux se déplace et chacune de ses parties se modifie. Il convient d'étudier d'abord, le mouvement général de la base avec le crible et le foramen, puis d'analyser les changements de forme de chacune de ses parties et enfin leurs changements de position.

B. — Mouvement général de la base du crâne des Anthropoïdes au cours de l'ontogénèse

Les images 30 et 31 montrent les sections des trois parties de la base du crâne de Gorilles et de Chimpanzés à différents stades du développement. Les pièces osseuses ont été représentées par rapport aux plans vestibulaires: horizontal et frontal. Le changement de position de la base est visible. Il consiste en un *abaissement* général de la base plus marqué chez le Gorille que chez le Chimpanzé. Cet abaissement est combiné à un *pivotement* du bloc osseux qui abaisse davantage le crible et le planum sphénoïdal, et relève le clivus et le foramen.

Le sens et le degré de pivotement peuvent être mesurés par l'angle basi-vestibulaire (voir glossaire).

Chez le Gorille, il est ouvert vers l'arrière, chez le nouveau-né, de 3° et vers l'avant, chez l'adulte mâle, de 7°, donc rotation d'ensemble de 10°.

Chez le Chimpanzé nouveau-né, l'ouverture est identique à celle du Gorille du même âge; chez l'adulte mâle, l'ouverture antérieure est de 3°, donc rotation d'ensemble de 6° (4 de moins que pour le Gorille).

Chez l'Homme, l'ouverture reste toujours postérieure: 9° pour le nouveau-né et 13° pour l'adulte, donc rotation d'ensemble de 4°, mais de sens inverse à celle des deux Anthropoïdes.

Les figures 30 et 31 montrent en outre les diverses positions des sections osseuses orientées parallèlement aux axes vestibulaires, mais superposées par le milieu de la fosse hypophysaire. Le pivotement du losange osseux est apparent. Rappelons ici que l'angle formé par le plan du foramen et le plan du clivus: angle opistho-clivien de PAPILLAULT est constant, d'après cet auteur, dans la série animale les mêmes figures montrent encore les

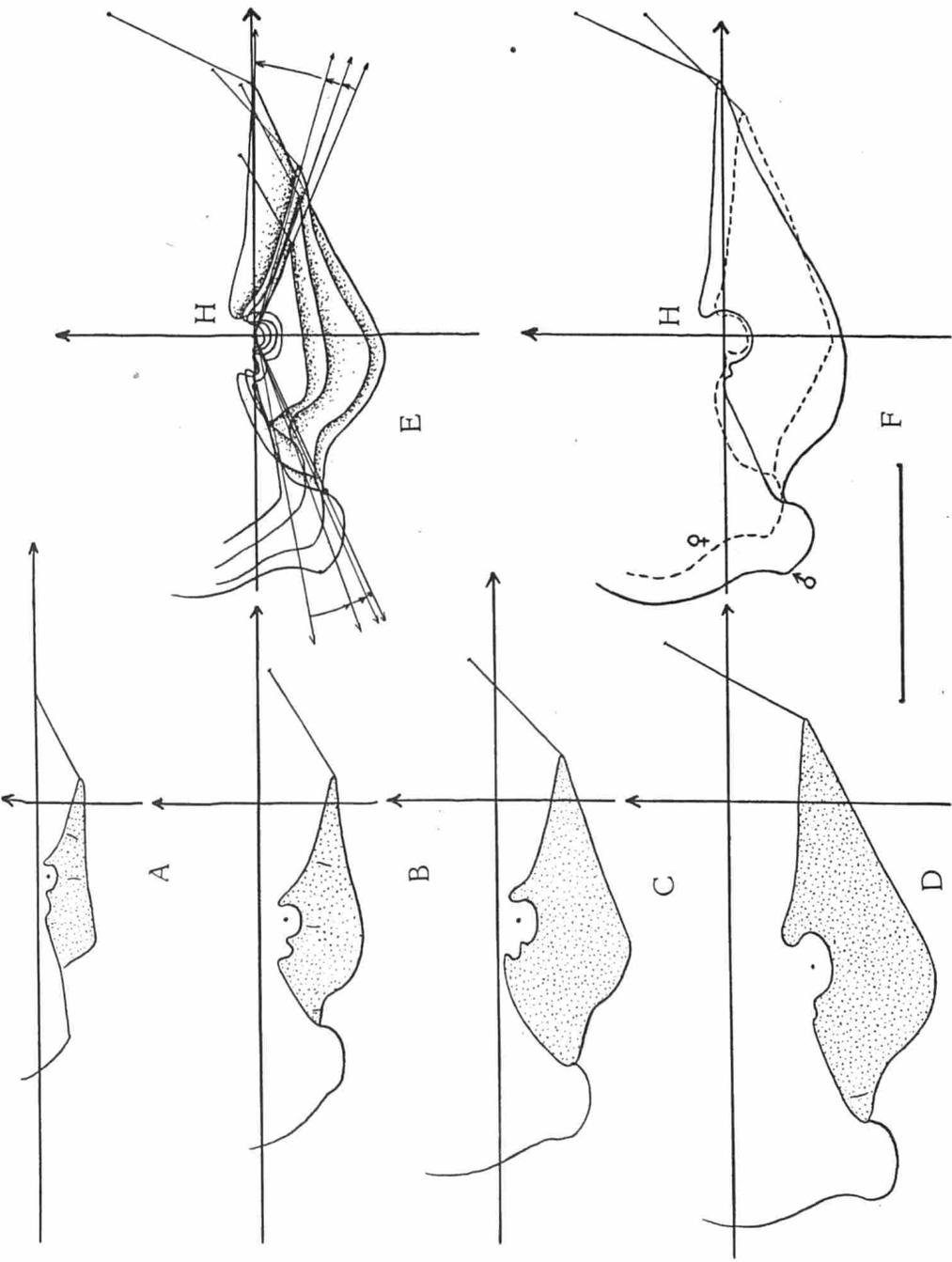


Figure 30.
 Ontogénèse de la base du crâne chez le Gorille, en orientation vestibulaire. A gauche : positions et formes successives ; à droite : le point central de la fosse hypophysaire (H) est rendu commun, orientation conservée. En haut : figure montrant l'ouverture de l'angle sphénoïdal. En bas : les différences sexuelles.

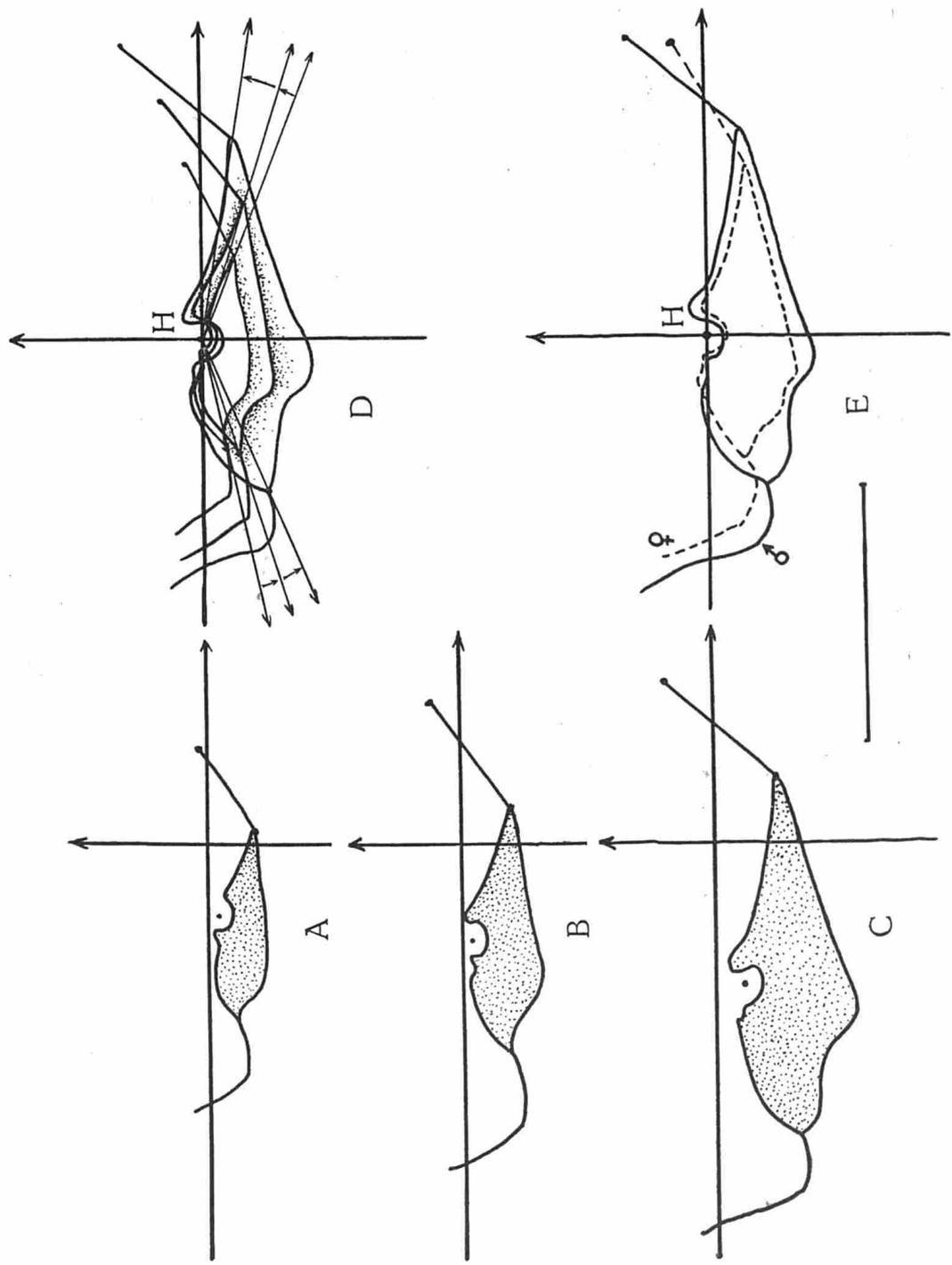


Figure 3I.

Ontogénèse de la base du crâne chez le Chimpanzé, en orientation vestibulaire. A gauche : positions et formes successives ; à droite : le point central de la fosse hypophysaire (H) est rendu commun, orientation conservée. En haut : figure montrant l'ouverture de l'angle sphénoïdal. En bas : les différences sexuelles.

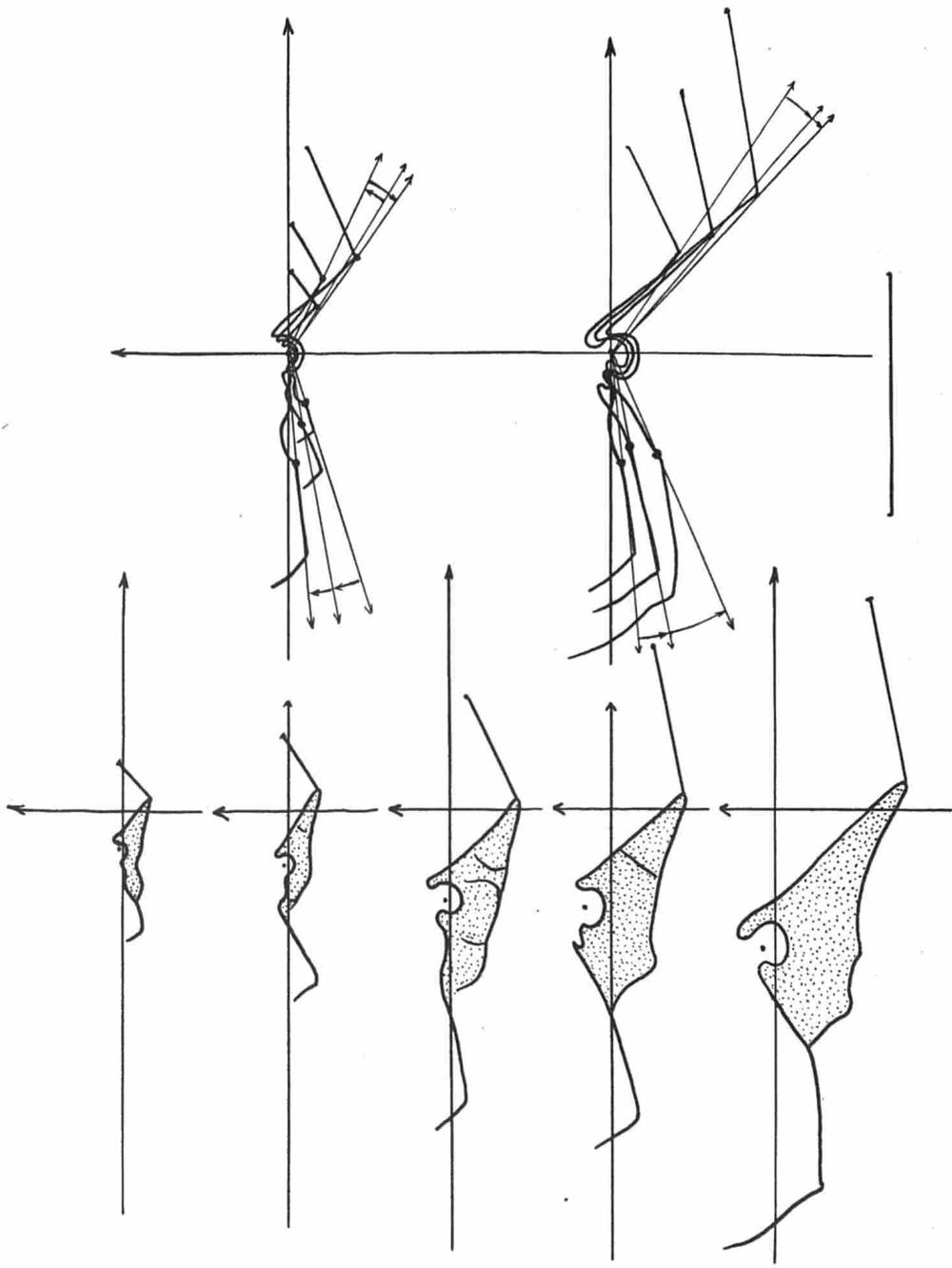


Figure 32.

Ontogénèse de la base du crâne chez l'Homme, en orientation vestibulaire. A gauche : positions et formes successives; à droite : le point central de la fosse hypophysaire (H) est rendu commun, orientation conservée. En haut : figure montrant l'évolution de l'angle sphénoïdal jusqu'à la naissance. En bas : de la naissance à l'adulte. N.B. — L'angle sphénoïdal se ferme.

différences sexuelles dans la position adulte de la base. La comparaison avec le mouvement de la base du crâne humain au cours de son développement est particulièrement intéressant (fig. 32). Cette base se relève et la fosse hypophysaire est en partie au-dessus du plan horizontal vestibulaire. Quant au mouvement de pivotement, il est visible dans les stades très jeunes et de sens opposé à celui des Anthroïdes, mais non constatée après la naissance.

En fait, quand on étudie les mouvements de rotation séparément sur le basion et le point criblé postérieur chez l'Homme, ces évolutions sont plus complexes et ont été figurées en 32, jusqu'à la naissance puis après la naissance.

C. — Etude des changements de forme des diverses parties de la base du crâne.

1. - Crible.

Bien que le crible ne fasse point partie intégrante de la base du crâne, son étude ne peut en être disjointe. Il suit ou subit les changements de position ou de forme de la région du frontal qui l'enserme. C'est ainsi que nous le voyons au cours du développement du crâne, prendre une forme en cupule qu'il n'a pas dans les stades les plus jeunes, ceci, chez le Gorille et le Chimpanzé. Il s'abaisse par rapport au plan horizontal vestibulaire et l'extrémité du bloc osseux basal, en forme de bec, le surplombe de plus en plus (fig. 30 et 31).

Le crible humain n'offre pas la même disposition, sa forme générale est aplatie (fig. 32) et il est relativement beaucoup plus long que chez les deux Anthroïdes étudiés.

2. - Bloc osseux fronto-sphéno-occipital.

Sa forme générale losangique a été décrite, il faut étudier les modifications ontogéniques de chacun de ses côtés et de ses angles.

a) *L'angle* supérieur est amputé, la fosse pituitaire le remplace. L'ouverture de cette fosse regarde en haut chez les Anthroïdes jeunes, mais par suite du pivotement du bloc osseux, cette ouverture se porte en avant et en haut chez le Gorille adulte où elle est peu profonde et très évasée. Le centre de la fosse pituitaire est un point fictif, important, souvent utilisé en topométrie crânienne. Ses déplacements successifs l'écartent du plan frontal vestibien et l'abaissent fortement sous le plan horizontal vestibien.

Chez l'Homme au contraire, il se maintient au-dessus de ce plan, en s'écartant relativement moins du plan frontal.

Chez les Anthroïdes l'angle postérieur est effilé, aigu et son extrémité, sur une coupe sagittale, marque l'emplacement du basion; l'angle antérieur forme la lèvre postérieure de cette sorte d'entonnoir, qui cercle le crible ethmoïdal; il a, sur une section, une apparence de bec osseux. Il répond à la suture métopique basilaire et sa forme varie peu.

L'angle inférieur est émoussé, très obtus, il est placé sur un plan un peu plus antérieur que celui de la fosse pituitaire. Mais au cours du déve-

loppement, il s'en rapproche ou paraît s'en rapprocher, en raison de la rotation de l'ensemble du bloc osseux central.

b) *Les deux côtés supérieurs* du losange, c'est-à-dire le planum sphénoïdal en avant, et le clivus en arrière, conservent leur forme initiale, convexe pour le planum, légèrement concave pour le clivus. La grandeur relative de ces deux pièces osseuses varie et le clivus s'allonge davantage que le planum, principalement chez le Gorille. L'étude de la longueur relative de ces deux os chez l'Homme, au cours du développement montre que le planum se développe encore moins. Ainsi, si l'on prend une longueur égale pour l'ensemble crible + planum + clivus, chez les Anthropoïdes et chez l'Homme, nous aurons chez les Anthropoïdes : un crible plus petit, un planum plus grand et un clivus presque égal au clivus humain.

c) *Les côtés inférieurs* du losange se continuent l'un avec l'autre par un angle mousse très ouvert en haut. Cette surface inférieure du losange répond au pharynx en arrière et aux choanes en avant. Nous indiquerons les rapports importants de la direction de cette face avec le bord postérieur des maxillaires (fig. 36 à 40).

La face inférieure de l'ensemble sphéno-occipital de l'Homme n'offre pas le même aspect. La surface est presque plane et le losange est donc devenu un triangle. L'angle inférieur a disparu.

D. — Changements de position des diverses parties de la base du crâne

1. - Par rapport aux plans vestibulaires : Etude séparée de chacune d'entre elles.

Les images que nous avons présentées ont prouvé le mouvement d'ensemble qui affecte la base du crâne. L'étude des changements de forme de chacune de ses parties vient d'être faite; il est nécessaire maintenant de connaître de façon absolue, les variations de position de chacune de ces pièces osseuses au cours du développement du crâne.

La forme irrégulière des surfaces osseuses, parfois convexes, parfois concaves, réclame une systématisation de leur direction. Pour le planum, nous avons choisi le plan passant par le centre de la fosse hypophysaire et le point criblé postérieur, et perpendiculaire au plan sagittal médian; pour le clivus le plan passant par le même point central de la fosse et le basion. Les traces de ces deux plans indiquent les directions générales du planum et du clivus. Nous reconnaissons qu'il y a là une approximation, mais les autres plans proposés ont aussi leurs défauts.

a. — *Planum et Clivus.*

Les images 30E et 31D montrent les diverses positions du planum et du clivus chez le Gorille et le Chimpanzé. Les sections sagittales de la base ont été superposées à partir d'un point commun, qui est le centre de la fosse pituitaire, et les orientations parallèles aux axes vestibulaires ont été conservées.

Chez le Gorille nouveau-né, le planum forme avec le plan vestibulaire

horizontal un angle de 12° ; il augmente, chez l'adulte de 13° pour atteindre 25° .

Chez le Chimpanzé, les chiffres sont assez voisins 13 et 24° aux stades extrêmes.

La direction du clivus, au contraire, se rapproche du plan horizontal qu'elle atteint presque chez le Gorille (depuis 23° jusqu'à environ un demi degré au-dessous du plan), mais non chez le Chimpanzé où le relèvement est moindre (de 22 à 9°). L'amplitude de ces mouvements est différente. Le mouvement du clivus est plus important que celui du planum, et comme ces mouvements sont de sens opposé, l'angle compris entre les deux directions tend à augmenter. De plus, la vitesse des déplacements est différente. Pour le planum, cette vitesse diminue à mesure de la croissance, pour le clivus au contraire elle est très marquée à la fin de cette période.

De même que pour les points endocraniens de la voûte, nous avons étudié leur rotation angulaire autour du point central des axes, de même il est utile de préciser ici celle des points de la base donc, des portions osseuses délimités par ceux-ci. Sans entrer dans les détails, disons que pour chaque Anthropoïde, il y a accroissement angulaire de chaque portion osseuse (crible, planum et clivus) puis que chaque point s'éloigne du centre des axes en s'écartant des points voisins; l'accroissement angulaire total de la base correspond évidemment à la diminution angulaire totale de la voûte endocranienne.

b. — *Surface inférieure.*

La surface inférieure du bloc central est nettement plane dans sa partie postérieure, et les images successives montrent que d'abord parallèle au plan vestibulaire, elle se relève de 20° environ. Quant à la partie antérieure de cette même surface, elle suit le massif facial, sans subir de grandes modifications d'orientation sauf un léger abaissement.

c. — *Foramen magnum.*

Les positions successives du basion et de l'opisthion ont déjà été figurés sur les images, montrant les cheminements des points craniométriques du Gorille et du Chimpanzé (fig 9 et 12); il faut s'y reporter pour comprendre le changement d'orientation du foramen magnum. Dans un chapitre antérieur sur les connaissances anciennes de l'ontogénèse de la base, nous avons écrit que les changements d'orientation du foramen magnum étaient depuis longtemps connus.

Ce changement dépend évidemment du déplacement de son contour osseux. Ce sont les ex-occipitaux et le basi-occipital qui se déplacent par rapport aux plans vestibulaires.

Il se produit un mouvement de rotation (fig. 33) qui relève le foramen par rapport au plan vestibulaire horizontal, le fait atteindre et dépasser ce plan et le porte en position moins oblique par rapport à lui. L'inverse a lieu chez l'Homme (fig. 33).

d. — *Planum et crible.*

Tandis que le déplacement ontogénique du clivus ne modifie pas les rapports qui le lient au foramen magnum, les déplacements du planum sont suivis par ceux du crible (lié au planum par leur point frontière), mais il existe entre la direction du planum et celle du crible, des différences qui évoluent avec l'âge. Alors que le planum, en s'abaissant vers l'avant devient convexe et forme ainsi qu'il a été dit un « bec », antérieur, le crible reste

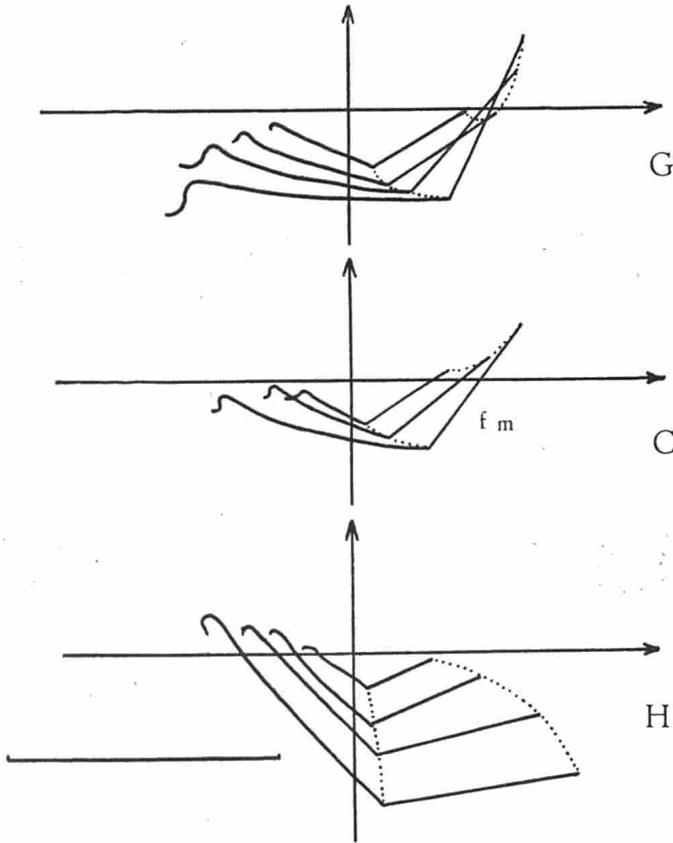


Figure 33.

Rotation du clivus et du foramen: négative chez le Gorille et le Chimpanzé; positive chez l'Homme.

presque parallèle à lui-même au cours de son abaissement d'ensemble; donc, formation d'un angle entre les deux éléments, ouvert en haut et ayant son sommet au point postérieur du crible.

De plus, si la direction criblée varie peu, sa longueur *absolue* fait de même. Donc, relativement à l'étendue du planum, elle diminue avec l'âge.

Chez l'Homme, par contre, l'angulation plano-criblée ne se fait pas et, si la direction du crible demeure à peu près parallèle à elle-même, sa longueur absolue augmente avec l'âge.

2. - Changements de position des diverses parties de la base du crâne, les unes par rapport aux autres.

a. — *L'Angle sphénoïdal.*

L'étude du déplacement global de la base, celle du changement de position de ses divers segments isolément envisagés, ne doit pas être confondue avec l'étude de leur angulation réciproque. Ceci n'est pas une subtilité d'analyse, nous pensons même que cette dernière question est la plus importante du chapitre.

Une comparaison fera mieux comprendre ces différents problèmes. Sur ma table de travail, je puis déposer un compas ouvert et le déplacer par rapport à deux axes perpendiculaires entre eux, je puis, en même temps que je le déplace, faire varier l'ouverture du compas; j'analyserai alors les mouvements de chacune des deux branches séparément. Je connaîtrai enfin en troisième lieu, la valeur de l'angle d'ouverture ou de fermeture du compas et aussi qu'elle est la part de chacune des branches du compas dans les variations de l'angle.

C'est pourquoi nous allons analyser maintenant l'ouverture plus ou moins marquée de l'angle entre les directions du planum et du clivus, au cours de la croissance des crânes des Anthropoïdes. C'est l'étude de l'angle sphénoïdal. Sujet très anciennement étudié, toujours repris avec de nouvelles méthodes et de nouvelles techniques, sujet décevant aussi, car la mesure de l'angle se heurte à de très nombreuses difficultés. Difficultés déjà quand on le considère en valeur absolue, mais si on veut savoir aux dépens de quelle surface osseuse, l'angle s'ouvre ou se ferme, le problème se complique énormément et personne n'a tenté le résoudre.

Notre but n'est pas d'apporter de nouvelles méthodes indiscutables de mesure, ni d'aligner de nouveaux chiffres, mais de montrer par l'image, la réalité des mouvements divers qui, au cours des ontogénèses ouvrent ou ferment l'angle sphénoïdal. Angle sphénoïdal, qui, il ne faut jamais l'oublier, est lui-même en déplacement global avec la base du crâne.

Les images 30E et 31D seront très utiles pour la compréhension d'une explication peu aisée. Elles ont déjà été utilisées pour l'analyse des changements de position du planum et du clivus. On s'y reportera de nouveau avec intérêt. Ces images montrent :

- 1°) Que l'angle sphénoïdal s'ouvre au cours de l'ontogénèse du crâne des Gorilles et des Chimpanzés;
- 2°) Que cette ouverture est due, pour la plus grande part au relèvement du clivus, pour une part moins importante à l'écartement du planum;
- 3°) Que l'ouverture de l'angle est plus marquée à la fin de la période de croissance;
- 4°) Que l'angle, par suite du mouvement global de la base, regarde primitivement en bas; puis regarde en bas et en arrière, en position adulte.

Les images présentées sont des tracés, faits au calque, sur hémisection

sagittale des crânes orientés. Des chiffres ne pourront que préciser la valeur des mouvements que nos dessins mettent en évidence.

Le lecteur verra que les mouvements sont plus importants chez le Gorille que chez le Chimpanzé (une dizaine de degrés contre quelques degrés).

Au cours de l'ontogénèse du crâne humain, l'évolution est tout à fait différente. C'est une constatation dont l'extrême valeur doit être soulignée. Aux stades précoces observés, l'angle sphénoïdal s'ouvre comme chez les Anthropoïdes (fig. 32), mais au voisinage de la naissance et pendant la croissance, il se ferme progressivement de façon importante par redressement et allongement du clivus et abaissement du planum. De plus l'angle, qui chez le fœtus regardait en bas, s'oriente en bas et en avant chez l'adulte. Les mouvements sont de sens opposés : l'angle sphénoïdal des Anthropoïdes s'ouvre au cours du développement du crâne, celui de l'Homme se ferme.

b. — *Foramen magnum et Clivus.*

Le contour osseux du foramen magnum est constitué par les ex-occipitaux, le basi-occipital et l'écaille. Il forme avec le clivus, un ensemble de pièces osseuses qui se soudent entre 2 et 10 ans et qui se comportent comme un « tout » difficilement déformable. C'est dire que le plan du foramen et celui du clivus forment entre eux un angle peu variable que PAPILLAULT a nommé « Opistho-clivien » cet auteur, qui l'a étudié chez les Primates et l'Homme, lui donne une valeur presque constante 55°-60°. Il est certain que les changements de position du clivus et du foramen sont simultanés, même si leur angulation varie quelque peu.

Sur la figure 33 les tracés du grand axe du foramen (ligne opisthion-basion) ont été reportés avec les tracés réels de la surface endocranienne du clivus de Gorilles, de Chimpanzés et d'Homme, en période de croissance.

Les angles formés par l'intersection de ces lignes sont plus ouverts chez les jeunes, mais ce qui est très remarquable, c'est la rotation de ces angles autour du centre des axes, c'est-à-dire de l'axe vestibien.

Comme la rotation de cette région a déjà été étudiée et que la qualification de positive lui a été donnée pour le mouvement observé chez l'Homme (dans le sens des aiguilles d'une montre sur l'hémisphère gauche), nous dirons que la rotation du clivus et du foramen autour de ces axes est négative chez les Anthropoïdes.

E. — **Vue synthétique sur les modifications ontogéniques de la base du crâne.** **Leur mécanisme.**

Les transformations de la base du crâne au cours de la phylogénèse ont déjà été exposées par l'un d'entre nous(1). Celles qui viennent d'être analysées chez les Anthropoïdes ne diffèrent nullement des premières dans leur mécanisme essentiel. Il s'agit d'une rotation de la loge osseuse cérébelleuse autour de l'axe vestibien. Cette loge, constituée par l'occipital d'origine car-

(1) DELATTRE (A.). Du crâne animal au crâne humain. MASSON 1951.

tilagineuse et les deux rochers, tourne en totalité; chaque pièce osseuse étant solidaire des os voisins.

Mais il faut avoir soin de remarquer qu'au cours de l'évolution des Mammifères, la rotation se fait, pour un observateur regardant le côté gauche du crâne, dans le sens des aiguilles d'une montre (rotation positive).

La rotation est, au contraire, de sens opposé durant l'ontogénèse du crâne des Anthropoïdes (rotation négative). La rotation négative a été trouvée également durant l'ontogénèse du crâne du Semnopithèque par MM. OLIVIER, LIBERSA et FENART (1), et par DELATTRE et FENART (2) chez le Macaque.

Cette constatation est très curieuse et elle soulève une hypothèse causale que nous exposerons plus loin.

Il a été dit au début de ce travail que chez l'Homme la rotation au cours de la croissance du crâne est positive, ce qui est l'inverse de la rotation chez les Anthropoïdes.

La rotation négative ouvre l'angle sphénoïdal, la rotation positive le ferme. Ce sont des corrélations faciles à vérifier sur les images présentées.

La flexion basale, ou brisure de la base, est directement en rapport avec cette rotation positive et ceci en proportion même de l'importance de cette rotation. Chez l'Homme adulte, où la rotation occipitale positive est au maximum, la flexion basale est maxima, l'angle sphénoïdal est le plus fermé; chez l'animal quadrupède où la rotation est nulle, le foramen magnum étant perpendiculaire au plan vestibulaire horizontal, la flexion est nulle et la base du crâne est rectiligne.

Chez les Anthropoïdes, les figures 30 et 31 montrent que l'angle sphénoïdal augmente dans la mesure du relèvement du foramen au cours de l'ontogénèse, donc en proportion du degré de négativité de la rotation.

Cause de la rotation.

Comme la rotation est en relation directe avec la fermeture ou l'ouverture de l'angle sphénoïdal, la question suivante peut se poser: une pression sur le sommet et le voisinage de l'angle peut-elle ouvrir l'angle et déterminer ainsi une rotation, rotation négative, bien entendu. Certains pensent que le développement du cerveau, dans son mouvement d'expansion phylogénétique, et ontogénétique, agit sur l'angle sphénoïdal. Mais ce que l'on ne peut comprendre c'est que: 1°) le sens général de l'évolution de l'angle au cours de la phylogénèse et de l'ontogénèse humaine soit la fermeture progressive de l'angle; 2°) que cet angle s'ouvre au cours de la croissance du crâne des Anthropoïdes.

Il semblerait qu'un même résultat devrait se produire dans les deux cas, puisque la cause invoquée est identique.

En fait, cette pénétration de l'angle sphénoïdal dans l'intérieur de la boîte crânienne, chez l'Homme, est un facteur de diminution de la capacité

(1) Le crâne du Semnopithèque. *Mammalia* 1955. T. XIX.

(2) C. r. Ac. Sciences. Paris, 6 sept. 1954.

cranienne. Mais d'autres facteurs l'augmentent par ailleurs. Chez les Anthroïdes, l'ouverture de l'angle agrandit la boîte crânienne et l'abaissement de la base y contribue également, ses conséquences sur la morphologie du crâne postérieur ont été étudiées.

Une influence de la masse du cerveau ne paraît pas s'exercer sur ce point très particulier de la morphologie cranienne.

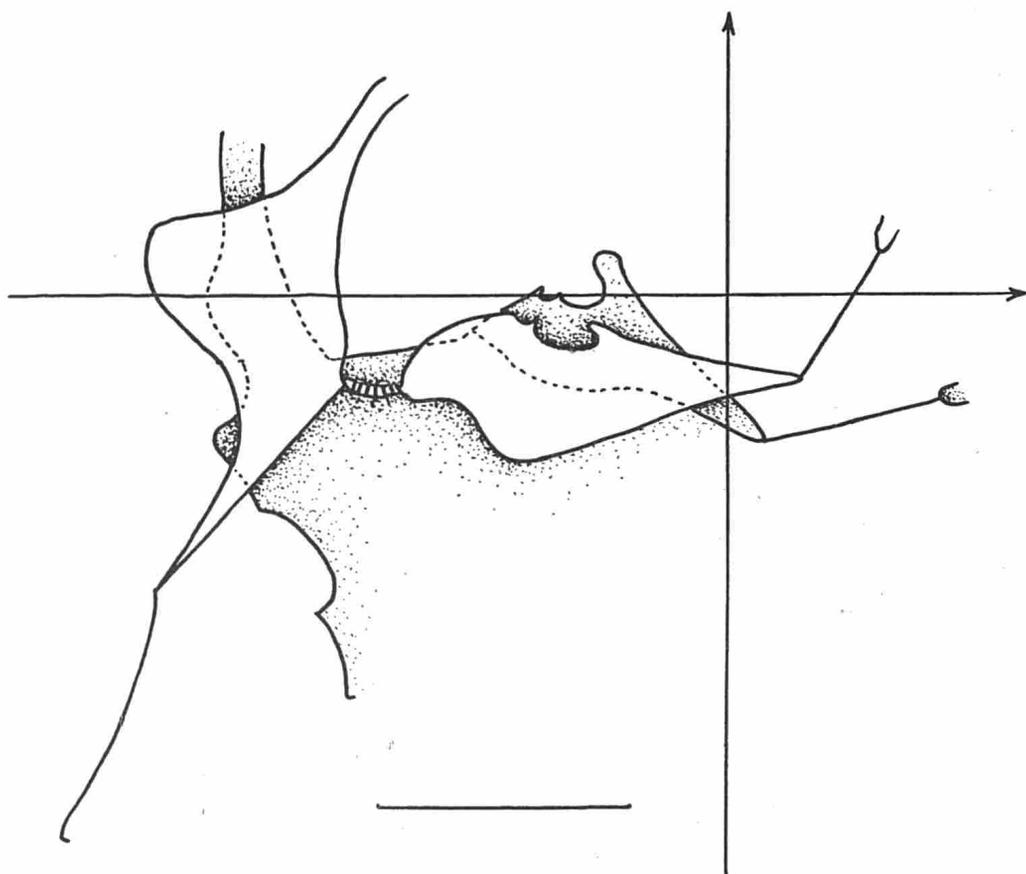


Figure 34.

Base du crâne en valeur également réduite chez l'Homme et le Gorille.

Quelle peut être alors la cause de la rotation ? Il est fort probable que la colonne cervicale, fixée solidement au pourtour du foramen magnum par des muscles et des ligaments puissants, entraîne toute la région occipitale, clivus compris. La rotation positive ou négative est déterminée par la direction de la colonne cervicale, donc la position du corps. La position érigée ou la quadrupédie plus ou moins oblique fixe la position de la loge cérébelleuse, c'est-à-dire de l'arrière-crâne, par rapport aux canaux semi-circulaires horizontaux (fig. 29).

Or la position réciproque de la tête et du cou varie depuis la vie intra-utérine, jusqu'à l'enfance et l'âge adulte. Les fœtus d'Anthropoïdes et le fœtus humain ont une même position fléchie de la tête sur le cou durant la vie intra-utérine jusqu'à la naissance. Chez les Anthropoïdes adultes la position tend vers la quadrupédie. Chez l'Homme, la colonne cervicale non seulement dépasse la verticale mais se place en convexité antérieure, accentuant encore la disposition foétale.

La figure 34, où sont superposées les bases du crâne d'un Homme et d'un Gorille adulte, synthétise toutes les transformations qui viennent d'être décrites dans ce chapitre.

III. — ONTOGENESE DU MASSIF FACIAL DU GORILLE ET DU CHIMPANZE

A. — Systématisation

Cette partie du crâne est formée de plusieurs régions anatomiquement et fonctionnellement différentes; orbite, fosses nasales, bord masticateur participant respectivement à la vision, l'olfaction, la mastication. Une systématisation est nécessaire permettant de saisir le développement ontogénique de l'ensemble et ensuite de comprendre les modifications particulières à chaque région.

Arbitrairement, mais non sans raisons, le massif facial sera divisé pour son étude en deux parties: une partie fonctionnellement masticatrice, massif maxillaire proprement dit, et une partie orbitaire.

Un plan perpendiculaire au plan sagittal et passant par les points nasion interne et alvéolaire (fig. 35) coupe l'orbite obliquement et détache donc du massif facial la partie orbitaire antérieure. Précisément le toit de cette partie de l'orbite appartient à l'exocrâne avec les visières qui en dépendent; tandis que le plancher dépend du massif maxillaire et en suit la destinée. Ces deux parties du massif facial s'attachent solidement au neurocrâne. La partie orbitaire par une attache transversale; table externe du frontal; la partie maxillaire possède une jonction antéro-postérieure allant du pourtour du crible à la face antérieure du sphénoïde sur la ligne médiane. Elle est renforcée latéralement à droite et à gauche par les fortes apophyses ptérygoïdes et les arcades zygomatiques.

La portion maxillaire sera donc étudiée ci-après avec les portions osseuses qui la renforcent.

La portion orbitaire fera l'objet du prochain chapitre.

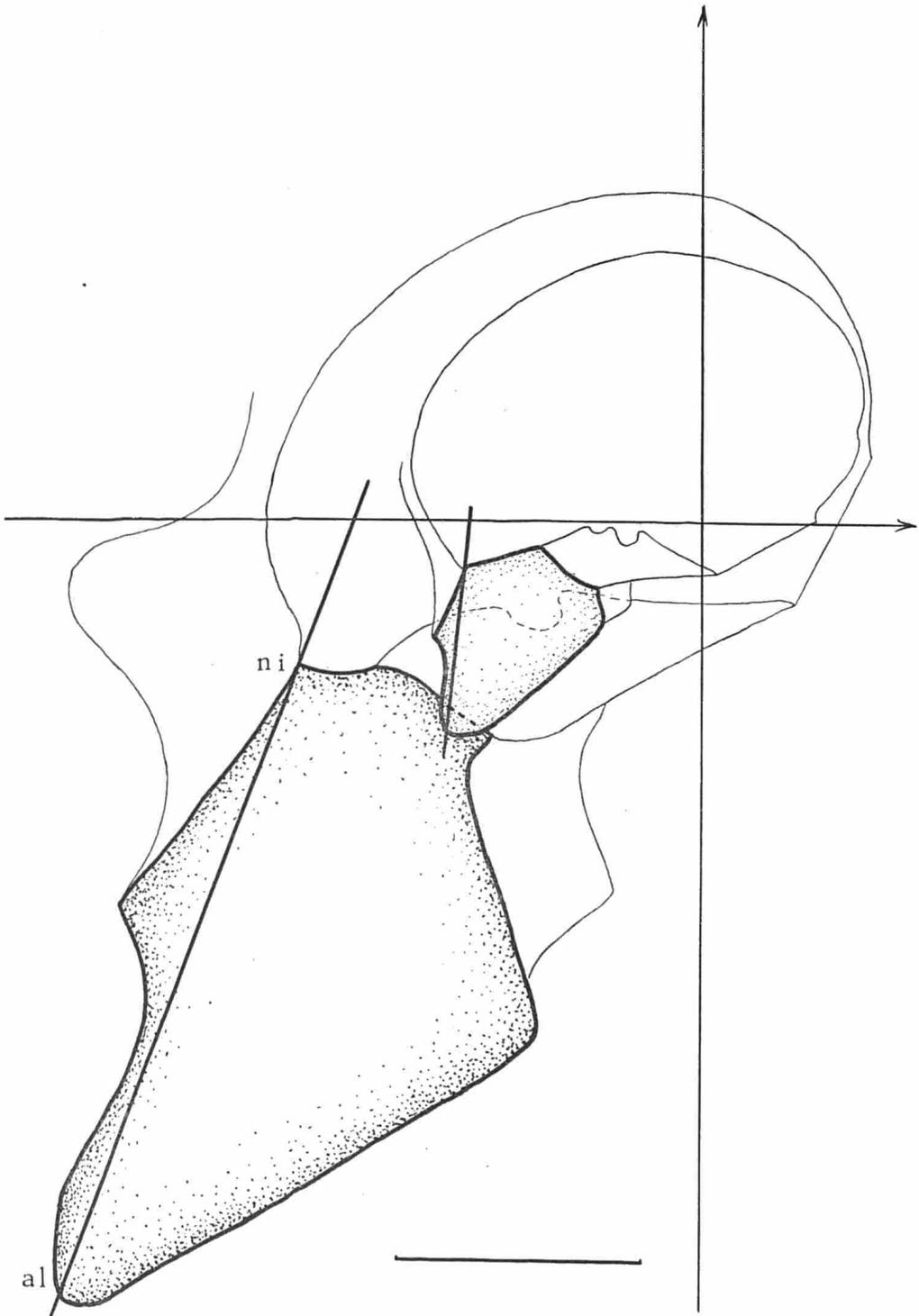


Figure 35.

Systematisation du massif facial (en pointillés) chez le Gorille: jeune et adulte. Les droites Alvéolo-nasion-interne ont été tracées.

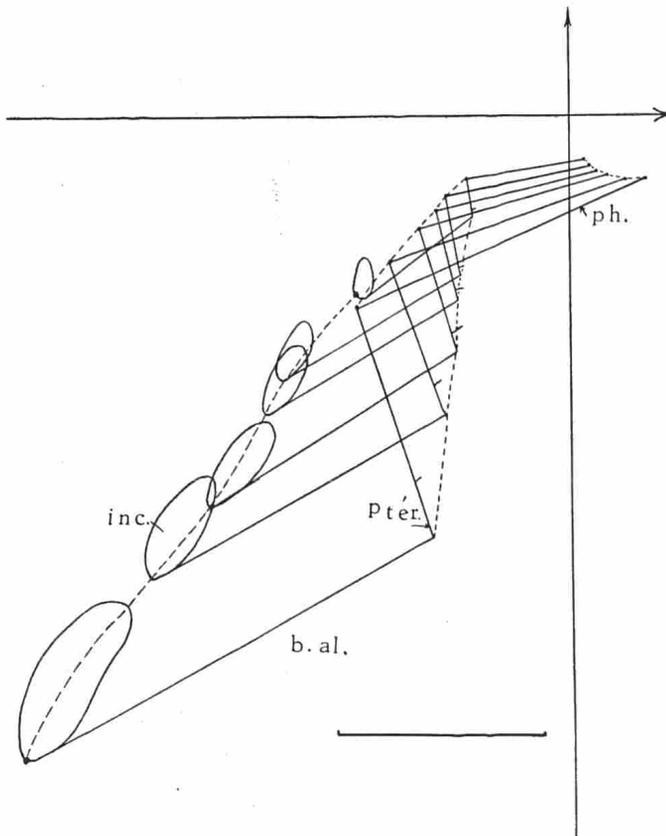


Figure 36.

Sections sagittales des os incisifs (inc), des bords alvéolaires (b.al), des droites ptérygoïdes antérieures (pter) et des faces pharyngées de la base du crâne (ph) en orientation vestibulaire au cours de la croissance chez le Gorille. Noter la constance de l'angle droit compris entre les deux dernières droites.

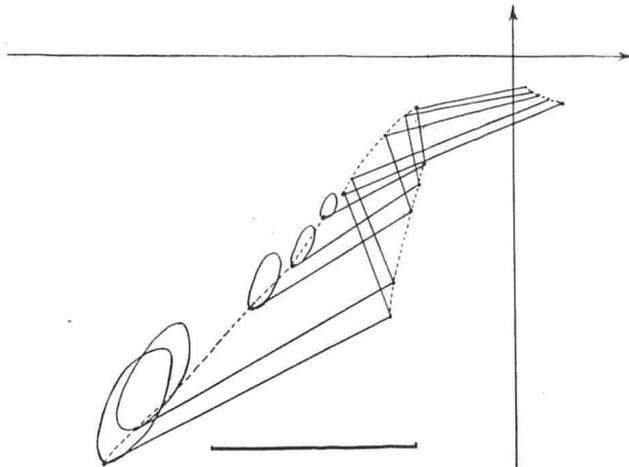


Figure 37.

Sections sagittales des os incisifs (inc), des bords alvéolaires (b.al), des droites ptérygoïdes antérieures (pter) et des faces pharyngées de la base du crâne (ph) en orientation vestibulaire au cours de la croissance chez le Chimpanzé. Noter la constance de l'angle droit compris entre les deux dernières droites.

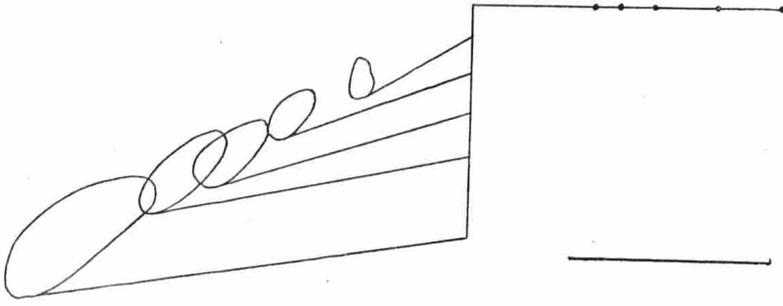


Figure 38.

Superposition des sections sagittales (figurées en 36) au cours de la croissance chez le Gorille. Le point pharyngo-ptérygoïdien: (point fictif déterminé par la rencontre en projection, du bord antérieur de la ptérygoïde et de la face pharyngée de la base) étant rendu commun ainsi que la direction des deux côtés de l'angle droit.

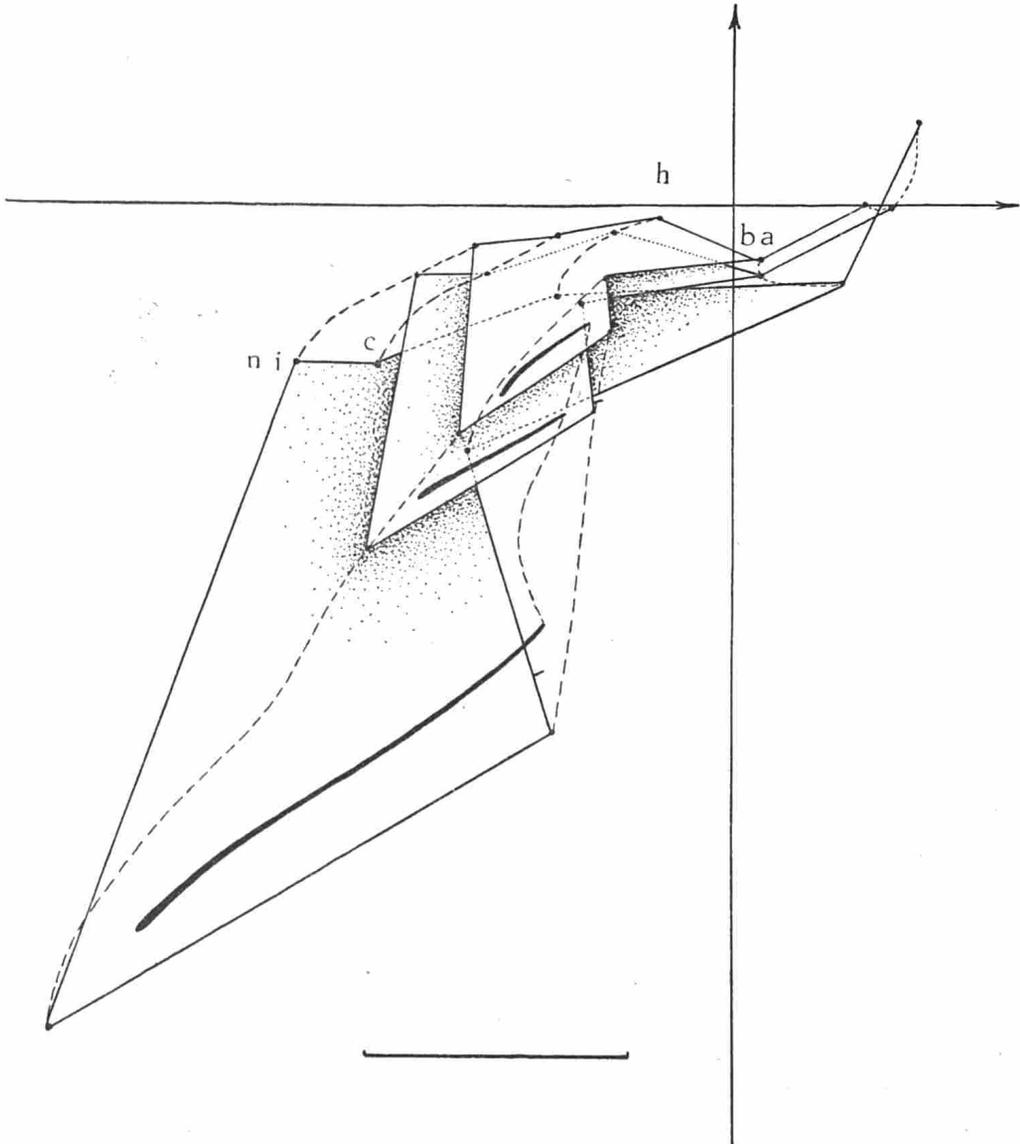


Figure 39.

Changements de position du massif facial et cheminement des points crâniométriques du massif facial et de la base du crâne, chez le Gorille. Sections des plans palatins et directions des plans alvéolaires. La base du crâne est schématisée par la succession du crible, du planum, : du point criblé postérieur (c) au point hypophysaire (h), du clivus: de ce dernier point au basion (ba), et du trou occipital.

B. — Changement de forme de la face

Chez les jeunes Anthropoïdes le massif maxillaire a une forme pyramidale dont le sommet inférieur est au point alvéolaire et dont la base est suspendue à la base du crâne. Cette disposition est visible sur la figure 35.

La forme du massif maxillaire des adultes est tout à fait différente. La partie alvéolaire et palatine des maxillaires représente la base d'une pyra-

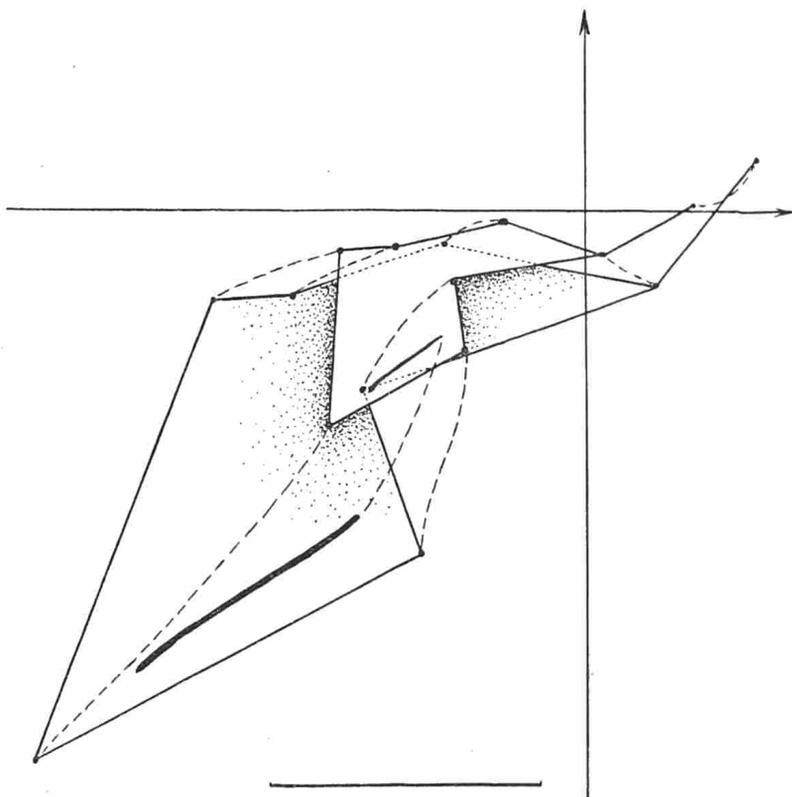


Figure 40.

Changements de position du massif facial et cheminement des points craniométriques du massif facial et de la base du crâne, chez le Chimpanzé. Sections des plans palatins et directions des plans alvéolaires. La base du crâne est schématisée par la succession du crible, du planum, : du point criblé postérieur (c) au point hypophysaire (h), du clivus : de ce dernier point au basion (ba), et du trou occipital.

mide dont le sommet est aplati latéralement et accroché à la base du crâne. Ce changement de forme est déterminé d'une part par l'apparition de la face postérieure des maxillaires et d'autre part par le développement important des bords alvéolaires (fig. 36, 37, 38, 39, 40). La mise en place de la puissante dentition des Anthropoïdes est la cause majeure de ce changement de forme des maxillaires. Cette évolution ontogénique de la dentition doit donc être exposée.

C. — Mise en place des dents

Il n'entre pas dans nos intentions de décrire chaque dent, de rechercher la valeur des cuspides, etc... ni de déterminer avec précision l'âge d'éruption de chacune d'elles. Ces faits, intéressants par eux-mêmes, ne trouvent pas leur place ici. Pour rester logiques avec nous-mêmes, nous verrons plutôt comment chaque dent se place par rapport au système d'axes vestibulaires et par rapport aussi aux autres dents. Nous expliquerons également dans les pages qui suivront comment cette mise en place des dents peut entraîner les changements ontogéniques de la forme du maxillaire supérieur, donc de la face. La « mise en place » de la dentition peut être étudiée dans l'espace, car l'utilisation des plans vestibulaires permet de suivre le trajet des dents repérées préalablement par la télé-radiographie latérale (fig. 41 et 42).

Le cheminement de chaque dent peut être reproduit en projection sur le plan sagittal médian, de la même façon que l'on a reproduit le cheminement des points craniométriques : inion, astérion, etc.

Pour réaliser ces trajets, il a fallu prendre pour chaque dent et à chaque stade le point milieu de celle-ci, et les courbes des figures 43 et 44 ont été obtenues en joignant ces points successifs pour chaque dent considérée (ou chaque germe dès qu'il devient visible à la radiographie).

Deux graphiques ont été faits pour chaque animal, en considérant séparément les dents de lait et les dents définitives. Ces trajets s'inscrivent bien entendu dans ceux des points qui limitent la face.

A propos de cheminements dentaires, on peut faire les quelques remarques suivantes :

1°. Chez le Gorille, le stade initial observé étant un peu plus jeune que pour le Chimpanzé, les trajets généraux des dents ont, vers le haut, une concavité postérieure supplémentaire bien visible sur les dents de lait.

2°. Chez le Gorille, la forte projection en avant, de la partie inférieure de la face a entraîné les parties terminales (inférieures) des courbes (dents définitives) en légère concavité antérieure, tandis que chez le Chimpanzé, ces dernières sont légèrement concaves en arrière. Etant donné les profils humains superposés (fig. 5) on peut s'attendre à ce que, chez l'Homme, ces courbes soient également en concavité postérieure encore plus accusée; ce que l'on observe.

3°. Les deux précédentes remarques s'appliquent particulièrement aux incisives, aux deux prémolaires et aussi un peu à la première molaire (surtout chez le Chimpanzé). Les canines d'une part et les dernières molaires d'autre part ont des courbes différentes des trajets précédents.

4°. Les canines, par leur volume et leur mise en place relativement tardives, occupent par leur germe un espace important de la face, donc à un niveau plus élevé que les incisives et les prémolaires déjà en place (fig. 41

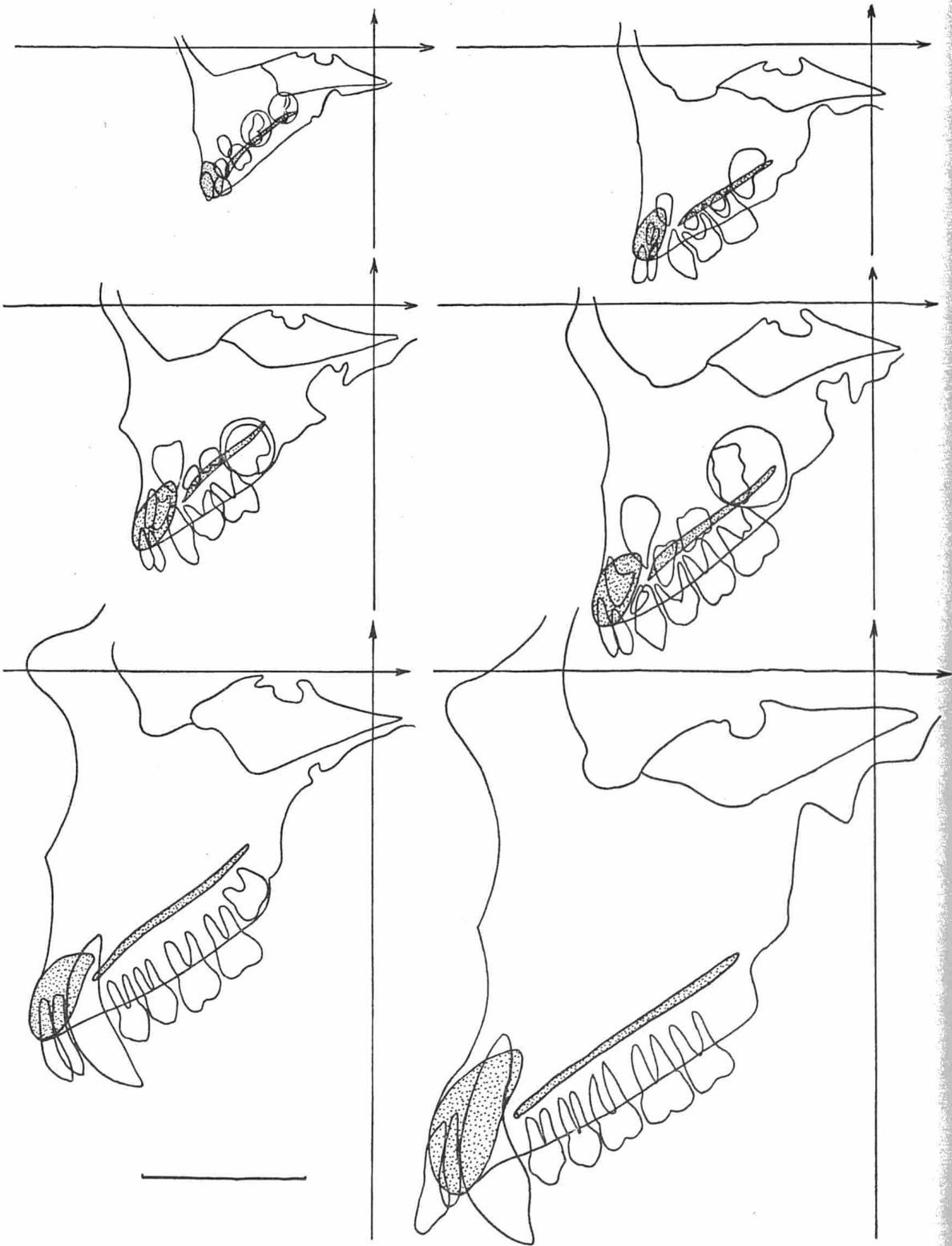


Figure 41.

Evolution de la dentition chez le Gorille, d'après des calques radiographiques orientés. En pointillés: l'os incisif et le plan palatin.

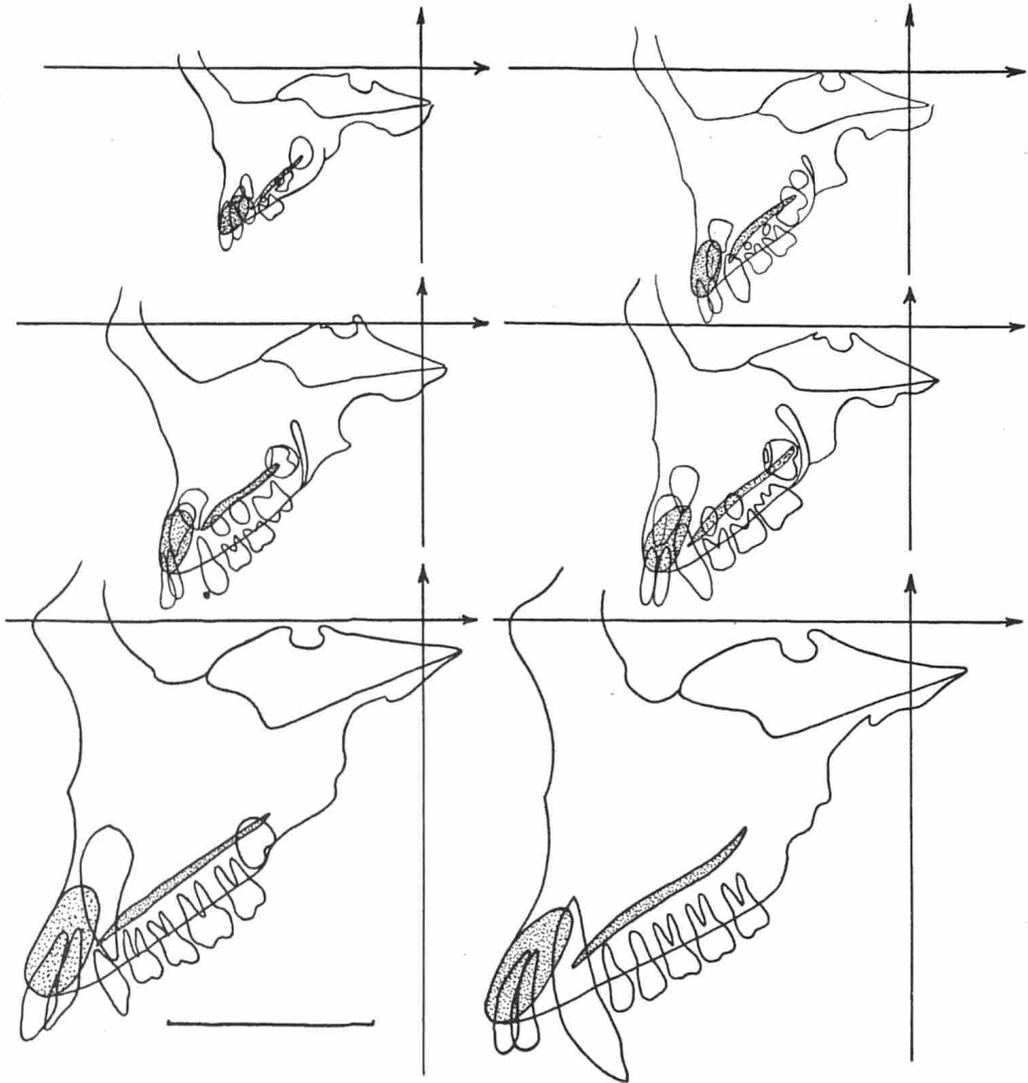


Figure 42.
Évolution de la dentition chez le Chimpanzé.

et 42). Ce fait explique la forme particulière de leur trajet qui précède et surplombe d'abord ceux des incisives, puis les recoupe.

5°. Les trois molaires ont leur trajet figuré à part dans la partie droite des figures 43 et 44, au double de l'échelle de la partie gauche de ces mêmes figures, afin d'en faire mieux ressortir les particularités. Les points des

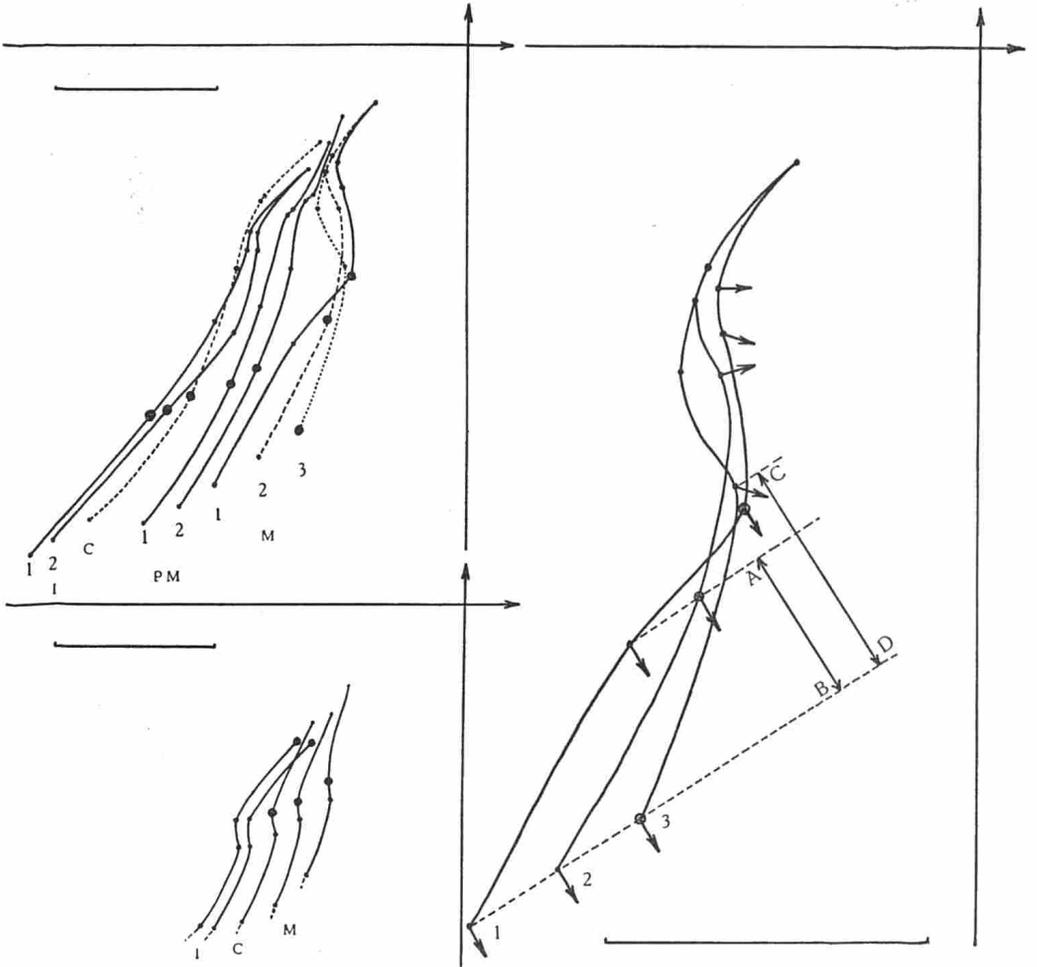


Figure 43.

Cheminement des dents du Gorille dans les axes vestibulaires.

— à gauche et en haut: dents définitives.

— à gauche et en bas: dents temporaires.

— à droite: trajet des trois molaires à l'échelle double de la partie gauche, avec les directions dentaires indiquées par des flèches.

CD-AB = accroissement du bord postérieur du maxillaire supérieur.

Le point où l'éruption a été constatée pour une dent, a été marqué par un point noir plus gros, ou par un point cerclé.

I 1 & 2 = incisives.

C = canines.

PM 1 & 2 = Prémolaires.

M 1,2 & 3 = molaires.

courbes où les dents ont été vues sorties pour la première fois ont été cerclées en noir (ou représentées par un gros point noir sur la partie gauche des figures 43 et 44).

Ces 3 courbes ont un aspect en fuseau multiple. Les trajets dentaires se coupent et se recoupent. Ceci est dû au fait que la dent qui sortira la première par l'arrière du maxillaire, va aller se placer la première en avant

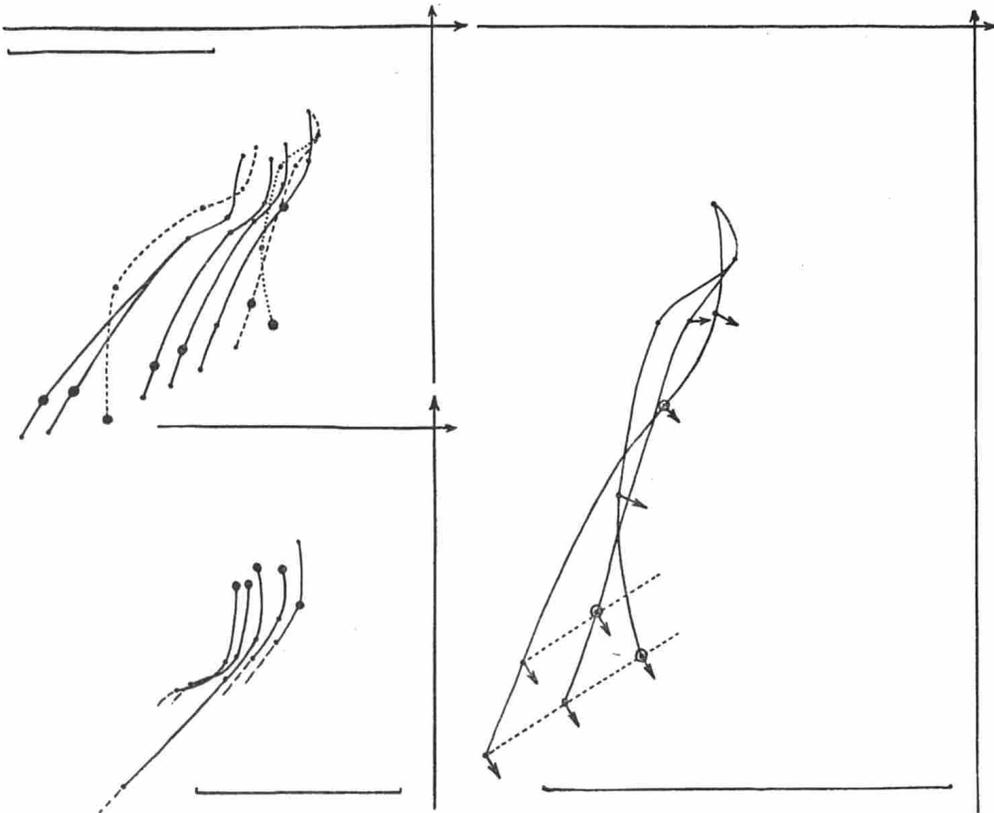


Figure 44.

Cheminement des dents du Chimpanzé dans les axes vestibulaires.

— à gauche et en haut: dents définitives.

- - à gauche et en bas: dents temporaires.

— à droite: trajet des trois molaires à l'échelle double de la partie gauche, avec les directions dentaires indiquées par des flèches.

Le point où l'éruption a été constatée pour une dent, a été marqué par un point noir plus gros, ou par un point cerclé.

(derrière la 2^e prémolaire). C'est pourquoi les points cerclés les plus hauts sont, dans cette région, sur la courbe la plus postérieure, puis donneront la dent la plus antérieure des trois. Un raisonnement identique peut être fait pour les 2 autres molaires.

6°. Une quatrième molaire existe parfois, tant chez le Gorille que chez le Chimpanzé. Elle se met en place par un même processus.

7°. La disposition générale en fuseaux multiples des trois courbes décrites plus haut est identique chez le Chimpanzé et le Gorille; mais chez ce dernier toute la partie inférieure des fuseaux apparaît comme repoussée vers l'avant et semble ainsi décrire un trajet plus sinueux.

8°. Les directions diverses des molaires ont été indiquées (flèches dans la partie droite des figures 43 et 44). Leurs orientations successives montrent le pivotement vers l'avant qu'elles accomplissent en même temps qu'elles se déplacent le long de leur courbe particulière. Ces dents descendent, tournent sur elles-mêmes et viennent se mettre en place « comme des caractères d'imprimerie dans une machine à composer ».

La connaissance de ces déplacements dentaires servira utilement à expliquer la morphologie du maxillaire supérieur.

Les dents des mandibules n'ont pas fait l'objet d'une semblable étude. Leur position définitive doit en effet répondre approximativement, mais en s'opposant, à celle des dents du maxillaire supérieur. Il semble que les courbes que présenteraient leurs trajets seraient d'un bien moindre intérêt, car elles se déduiraient certainement des courbes des dents supérieures par une simple translation vers le bas, mesurant l'écartement des points moyens des dents supérieures et inférieures.

D. — Changements de position de la face

La position définitive du massif facial des Anthropoïdes est commandée par plusieurs facteurs dont l'étude sera faite successivement. Ce sont : d'abord : l'abaissement de la *base du crâne* et son déplacement vers l'avant qui entraînent toute la face, ceci est la conséquence du mouvement de rotation du crâne. Ensuite ce déplacement va se combiner avec les mouvements d'expansion osseuse pour donner aux *plans palatin et alvéolaire* leur orientation constante par rapport au plan vestibulaire horizontal.

Les facteurs de ces changements de position du massif facial appartiennent donc à deux catégories différentes. Le massif facial subit les déplacements imposés par les transformations de la base donc de la rotation générale plus ou moins amortie du crâne; ce sont des causes extérieures aux maxillaires. Mais ce même massif possède une cause interne de déplacement; c'est la poussée expansive propre à tout os en croissance, considérablement augmentée et dirigée par la mise en place de la dentition. Tout se passe comme si les apophyses ptérygoïdes servaient de butée postérieure et que le massif facial était refoulé progressivement en avant par l'apparition successive de nouvelles cellules alvéolaires, nées dans l'épaisseur même de ses bords postérieurs droit et gauche.

1. - Les facteurs extérieurs et modifications générales.

Le rôle du changement de position de la base est important et ces changements ont déjà été exposés. Les figures 39 et 40 complètent la figure 35.

Là sont réunies les modifications ontogéniques de l'endocrâne des Anthro-
poïdes et celles du massif facial. Les trajets des différents points ont été
tracés, et notamment : le point hypophysaire, le point criblé postérieur, le
nasion interne, les points alvéolaire, palatin postérieur, maxillaire postérieur
(point le plus reculé et le plus inférieur du maxillaire supérieur). Cette
image montre les positions successives des plans palatin et alvéolaire supé-
rieur (voir également l'ontogénèse de la mandibule).

Sur les figures 36 et 37 sont représentées les sections des os incisifs et
les projections sur le plan médian sagittal des bords alvéolaires des maxil-
laires, des bords postérieurs des maxillaires, (des bords antérieurs de la pté-
rygoïde) et des faces pharyngées du sphéno-occipital. On remarquera l'angle
droit constant qui est à la rencontre de ces deux dernières lignes. A l'aide
de ces images et de celles déjà expliquées concernant les projections des
points craniométriques sur les plans sagittal, frontal et horizontal, il est assez
facile de comprendre le sens général des modifications ontogéniques de la
face. Dans ceux-ci entrent en jeu, bien entendu, en plus des facteurs dus à
la base du crâne, ceux liés à la fonction masticatrice.

2. - Facteurs internes : rôle de la mise en place de la dentition.

Il vient d'être dit que les dispositions architecturales liées à la mastica-
tion : plan alvéolaire, plan palatin, lignes formées par le point moyen des
dents, restaient constamment parallèles entre elles au cours de l'ontogénèse
(sauf dans les tout jeunes stades). Elles forment entre elles et avec le plan
vestibulaire horizontal un angle constant de 30° environ tant chez le Gorille
que chez le Chimpanzé. Le développement de la partie basse de la face est
lié à cette servitude et les déplacements des dents la renforce.

Les germes dentaires sortent de leur cavité et prennent place aux extré-
mités droite et gauche de l'arcade alvéolaire qui se trouve ainsi allongée par
l'arrière. D'autres germes sortent successivement par descente, et refoulent
en avant les précédents par un processus comparable à celui d'un tapis
roulant s'extériorisant.

Mais, pour obtenir ce résultat, les dents les plus postérieures doivent
descendre plus rapidement que les précédentes, afin de pouvoir s'aligner
sur elles le long du bord alvéolaire.

Ainsi, sur la figure 43, tandis que la deuxième molaire descend de A à B,
la troisième doit descendre de C à D pour se trouver sur le même niveau. Il
s'en suit donc un accroissement en hauteur de la face postérieure du maxil-
laire supérieur, surtout chez le Gorille.

Cet allongement de la face postérieure du maxillaire avait déjà été figuré
par PAPILLAUT (fig. 15). Il peut être mis en évidence de façon particulière
en rendant commun l'angle droit formé entre la face pharyngée de la base
du crâne et la direction du bord antérieur de la ptérygoïde. La fig. 38 où est
réalisée cette superposition n'est évidemment plus orientée suivant les
plans vestibiens.

E. — Prognathisme

Pendant que les molaires se placent les unes derrière les autres, les apophyses ptérygoïdes demeurent stables par rapport à la surface pharyngée de la base du crâne (fig. 36, 37). Le massif maxillaire doit nécessairement trouver son expansion en avant de ces apophyses, ceci reporte donc en avant toute la mâchoire supérieure au cours du développement.

Tout le massif facial s'écarte du plan frontal vestibien et du plan vestibulaire horizontal : projection en avant et abaissement. Mais la rotation du crâne autour de l'axe vestibien ne change pas l'orientation des plans palatin et alvéolaire ainsi que nous l'avons constaté dans les pages qui précèdent.

Il reste encore à préciser la notion de Prognathisme.

Ce terme indique la projection plus ou moins importante de la mâchoire en avant.

On peut décomposer le prognathisme en prognathisme maxillaire proprement dit, prognathisme alvéolaire, et prognathisme dentaire.

Le point alvéolaire antérieur, (ou encore l'extrémité antérieure des incisives médianes), détermine évidemment le point extrême du prognathisme. Mais comment déterminer le point, la ligne ou le plan postérieur qui servira de limite postérieure constante, toujours la même, permettant des mesures comparables ? Pour tourner cette difficulté on a utilisé des angles dont le sommet est évidemment au point alvéolaire, et dont un côté est une ligne faciale dont le choix varie avec les auteurs. Mais cette ligne dépend elle-même des modifications plus ou moins importantes de l'exocrâne.

Dans le système d'étude vestibulaire, il est possible d'estimer le prognathisme au moyen d'angles donnant, par rapport au plan vestibulaire horizontal, l'inclinaison des droites suivantes :

- a) - Droite nasion interne — point alvéolaire.
- b) - Droite joignant ce même point alvéolaire à un autre qui est la rencontre du profil endo- ou exocrânien avec une droite, venant du centre des axes vestibiens et faisant un angle de 30° en avant et au-dessus de l'horizontale vestibulaire. C'est un angle crano-facial.
- c) - Droite joignant le point sourcilier au point alvéolaire (voir aussi plus loin l'angle facial).

Les deux derniers angles sont intéressants mais ont l'inconvénient de faire intervenir le crâne et les visières. Le dernier ne semble pas trop varier avec l'ontogénèse (fig. 25 et 26), car la protrusion des visières s'effectue en même temps que celle du point alvéolaire. L'autre (b) est plus variable avec l'âge, puisque le point crânien évolue moins vers l'avant que le point alvéolaire.

Voici quelques valeurs de cet angle crano-facial (1) :

(1) L'angle est compté au-dessus de l'horizontale et en arrière de la droite qui joint le point alvéolaire au point considéré de la voûte.

GORILLE :

avec point exocranien :	
aux environs de la naissance . . .	92°
adulte	78°
avec point endocranien :	
aux environs de la naissance . . .	91°
adulte	73°

CHIMPANZE :

avec point exocranien :	
aux environs de la naissance . . .	93°
adulte	77°
avec point endocranien :	
aux environs de la naissance . . .	92°
adulte	77°

Une différence d'environ 15° entre la naissance et l'état adulte se rencontre chez les deux Anthropoïdes. En choisissant le point endocranien la différence est un peu plus marquée surtout chez le Gorille adulte.

Chez l'*HOMME*, on trouve, à titre de comparaison :

à la naissance	82°
adulte	96°

et ceci que ce soit le point endo- ou exocranien choisi. Les deux tables osseuses étant proches l'une de l'autre. La différence est : 14° donc dans les mêmes limites que précédemment.

En utilisant l'angle formé par la droite Nasion interne - point alvéolaire et l'horizontale vestibulaire on trouve (1) :

Gorille	naissance 95°	adulte 110°	différence 15°
Chimpanzé	naissance 95°	adulte 112°	différence 17°
Homme	naissance 80°	adulte 85°	différence 5°

Ces chiffres sont plus intéressants que les précédents. Ils donnent aux deux Anthropoïdes une place identique assez éloignée de l'Homme.

Ces résultats peuvent donner une certaine appréciation du prognathisme, mais, par contre, ils ne nous renseignent point sur le degré de développement des arcades dentaires ni sur son recul au cours de la phylogénèse.

C'est dans le but de mesurer le degré de prognathisme que la méthode vestibienne propose un angle et un rapport (fig. 45). Ce choix est basé sur la constatation du parallélisme entre les plans alvéolaires, non seulement à l'intérieur d'une même espèce selon les âges différents, mais encore, chez de nombreux Primates, notamment le Gorille, le Chimpanzé, et également chez l'Homme. Afin d'éliminer l'exocrâne et ne faire que des mesures proprement faciales nous considérerons un triangle bien défini par trois points : le nasion interne, le point alvéolaire antérieur, la projection sur le plan sa-

(1) L'angle est compté sous l'horizontale vestibulaire et derrière la droite considérée.

gittal médian des points alvéolaires postérieurs droit et gauche. La perpendiculaire abaissée du nasion interne sur la projection du bord alvéolaire détermine deux segments : antérieur et postérieur. Ce triangle et cette perpendiculaire donnent les éléments de la méthode proposée.

L'angle proposé est celui qui a son sommet au nasion interne.

Le rapport proposé est celui du segment antérieur sur le segment postérieur.

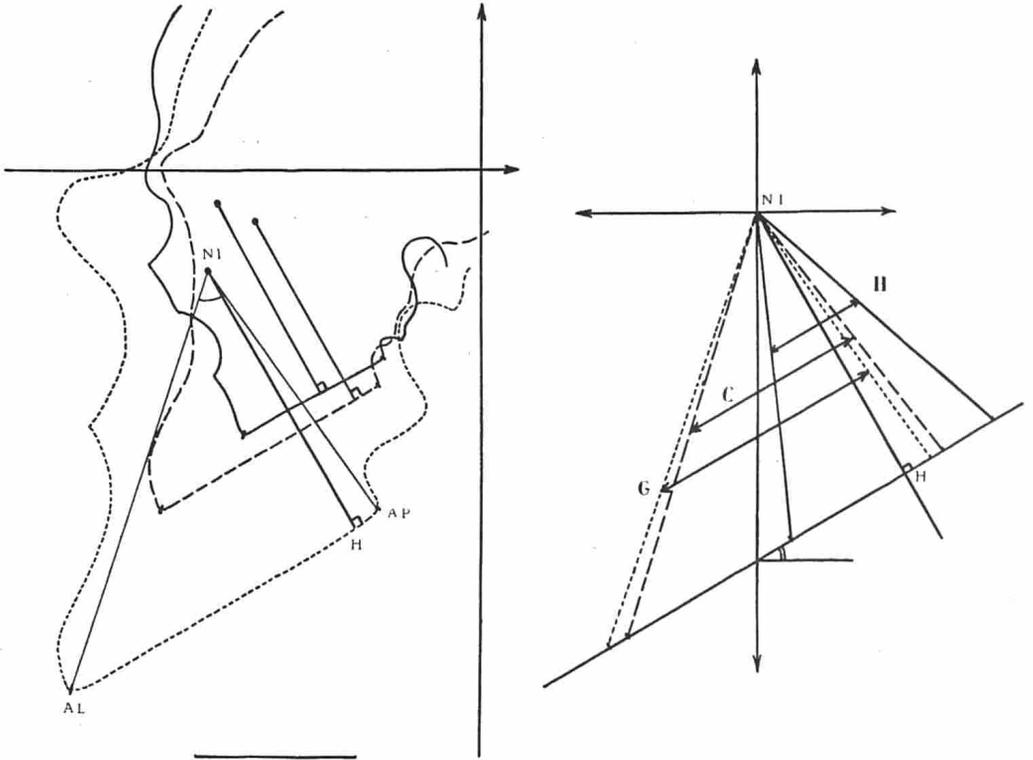


Figure 45.

Profil orienté de la face et du plan alvéolaire chez un Gorille (pointillés), un Chimpanzé (tirets), et un Homme (traits pleins). Une perpendiculaire a été abaissée du nasion-interne (N.I.) sur le plan alvéolaire et y détermine deux portions: AL-H, et H-AP. On voit également l'angle Al-Ni-AP, centré au Nasion interne. Dans la portion droite de la figure, la longueur: Ni-H a été rendue commune pour les trois individus, et orientée parallèlement à sa direction vraie. Noter l'angle du Gorille (G), du Chimpanzé (C), et de l'Homme (H.).

Les mesures d'angle et de longueur peuvent être faites également sur une figure où la hauteur de la perpendiculaire abaissée du nasion interne aura été rendue commune (fig. 45, à droite). Ce qui ne change ni la valeur des angles ni celle des rapports.

La superposition des triangles est ensuite orientée dans les axes vestibulaires par leur sommet.

Cette figure donnera : 1° pour l'angle : l'importance de l'étendue antéro-postérieure du bord alvéolaire par rapport à la hauteur de la face; 2° pour le rapport : la position de ce même bord alvéolaire par rapport au point le plus antérieur du neurocrâne.

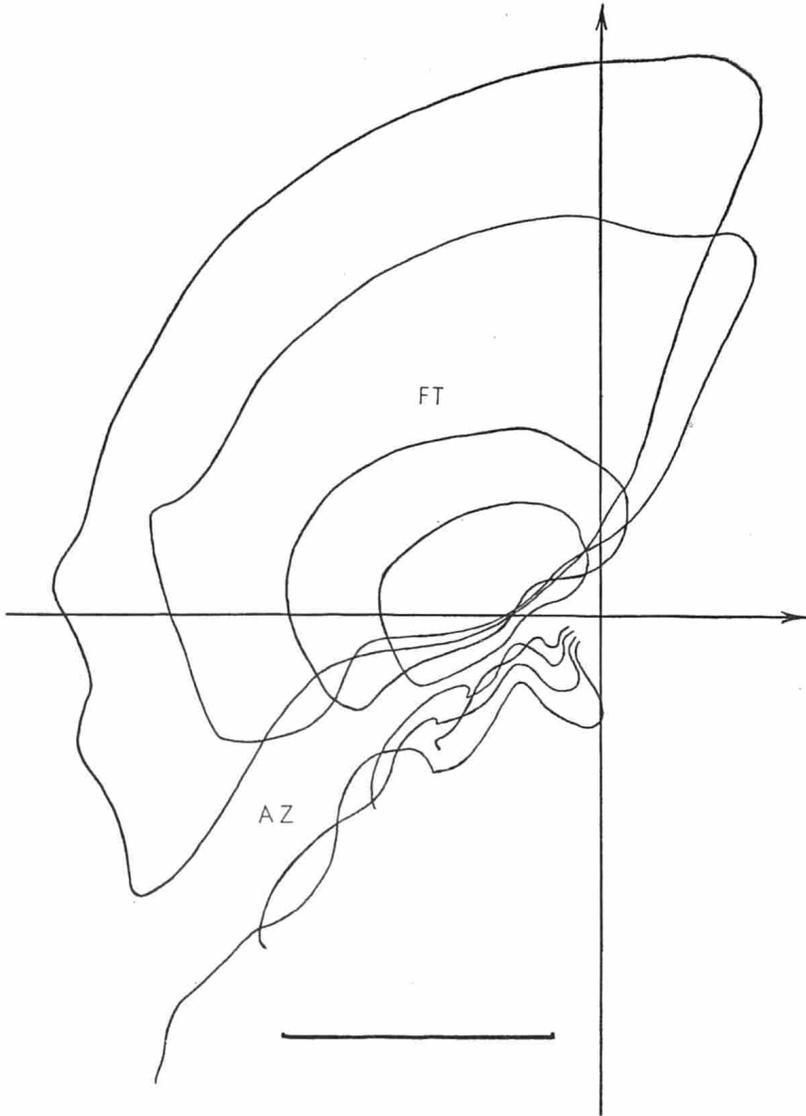


Figure 46.

Arcades zygomatiques (AZ) et fosses temporales (FT) durant l'ontogénèse chez le Gorille.

L'angle est fonction de la largeur des dents qui étendent le bord alvéolaire. Sa valeur est chez le :

Gorille	54°
Chimpanzé	55°
Homme	43°

Ainsi, à hauteur égale de la face, le Gorille et le Chimpanzé ont la même ouverture angulaire. Mais comme le Gorille possède une face plus haute que le Chimpanzé son bord alvéolaire est évidemment plus grand.

Selon l'orientation de l'angle par rapport à la hauteur du triangle, c'est-à-dire de la perpendiculaire abaissée du nasion interne, un angle égal peut très bien correspondre à une longueur alvéolaire très différente.

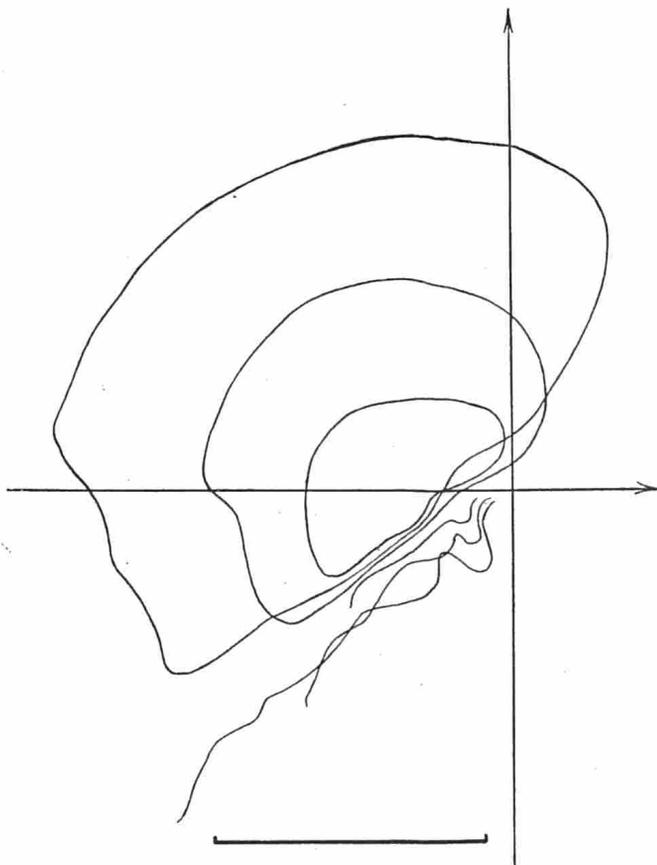


Figure 47.

Arcades zygomatiques (AZ) et fosses temporales (FT) durant l'ontogénèse chez le Chimpanzé.

C'est ici qu'intervient le rapport proposé. Il sert à séparer les deux Anthropoïdes ayant le même angle. Les chiffres sont les suivants :

Gorille	10,6
Chimpanzé	7
Homme	1,2

Les valeurs extrêmes de ce rapport sont très éloignées les unes des autres. Ce rapport paraît avoir une importance considérable pour exprimer le degré de prognathisme : la valeur du rapport étant près de neuf fois plus forte chez le Gorille que chez l'Homme.

IV. — ARCADES ZYGOMATIQUES ET FOSSES TEMPORALES

1. - Arcades zygomatiques.

Elles prennent au cours de la croissance un développement considérable, principalement chez le Gorille mâle adulte. Chez celui-ci, elles forment une lame osseuse large et robuste, ayant la disposition d'une « S » étirée, alors que chez le Gorille nouveau-né, l'arcade est aussi légère que chez un nouveau-né humain.

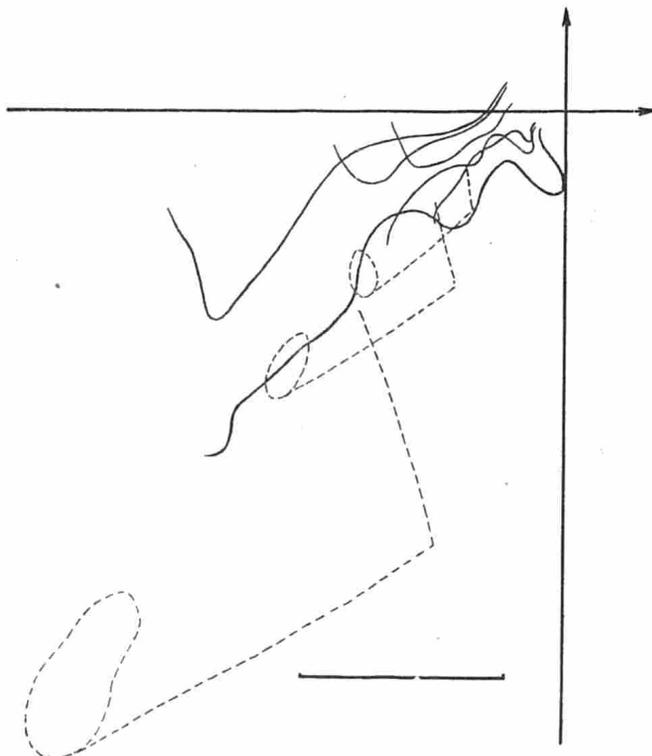


Figure 48.

Position des plans alvéolaires entre les directions des arcades zygomatiques et des apophyses ptérygoïdes, chez le Gorille.

Mais ce renforcement du zygoma ne s'accompagne pas d'un changement d'orientation (fig. 46 et 47). Cette formation osseuse tendue comme un pont entre la boîte crânienne et le massif facial (fig. 48) garde une direction oblique tout en s'allongeant considérablement. Les cheminements des points zygomatiques maximum (1) du Gorille et du Chimpanzé ont été portés sur les fig. (8, 10, 11 et 12). En fait les directions initiale et terminale sont identiques, après quelques inflexions au cours de la croissance.

Cette constance de la direction est remarquable. L'arcade zygomatique prenant naissance dans le voisinage immédiat du centre des axes de réf-

(1) Point le plus externe de l'arcade.

rence, ce point d'origine ne subit donc pas de déplacement notable; l'autre extrémité reste toujours dans une direction parallèle à elle-même.

L'apophyse orbitaire du malaire et l'arcade zygomatique forment un complexe osseux qui se déplace en bloc. Chez le Gorille et le Chimpanzé ces apophyses orbitaires entraînent en avant la paroi orbitaire et les visières comme les piquets d'une tente.

2. - Fosses temporales.

Le développement des muscles masticateurs s'effectue parallèlement à la croissance du massif facial. Ils augmentent leur surface d'insertion sur

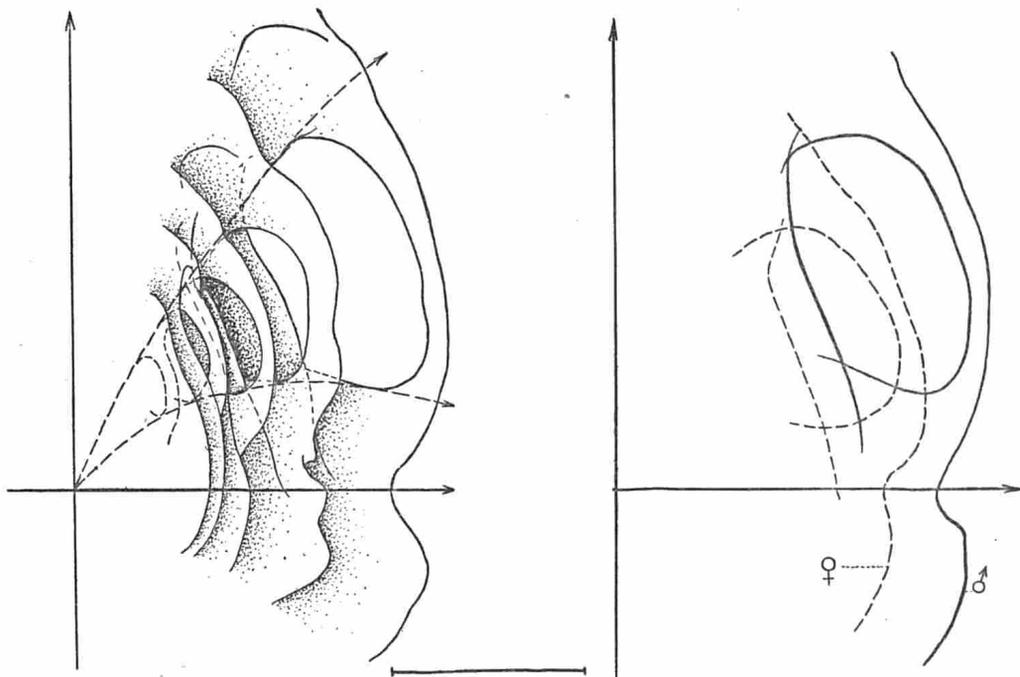


Figure 49.

A gauche. — Vue supérieure des arcades zygomatiques et des fosses temporales, chez le Gorille. — Noter à l'arrière la formation de la mastoïde.
A droite. — Différences sexuelles.

l'exocrâne. Les figures (46 et 47) soulignent l'extension progressive des fosses temporales chez le Gorille et le Chimpanzé. Les variations des lignes temporales qui marquent les limites de ces insertions ont déjà fait l'objet de nombreux travaux; il est inutile d'insister sur ce point.

L'anneau osseux, formé par l'arcade zygomatique et la paroi exocranienne, est d'abord caché sous les parois latérales du crâne (*norma verticalis*), puis se dégage et se développe vers le dehors. Pendant ce temps, l'exocrâne, dont la section frontale figure une courbure à concavité interne, voit celle-ci se redresser (fig. 18 et 19) et sa courbure s'inverser en allant à la rencontre de l'arcade zygomatique qui s'est écartée fortement de la ligne médiane.

L'obliquité vers le dedans de l'extrémité antérieure de l'arcade n'augmente que très peu pendant la croissance (fig. 49 et 50).

Les différences sexuelles dans la morphologie de l'arcade zygomatique sont indiquées (fig. 49 et 50) en norma supérieur et sont assez importantes, surtout chez le Gorille.

La femelle a son arcade moins saillante et aussi moins antérieure que chez le mâle (à cause de son degré de rotation négative moins accusé).

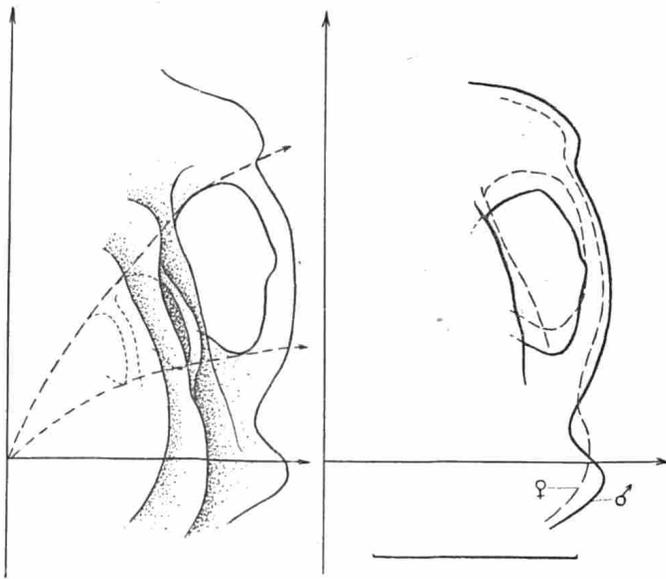


Figure 50.

A gauche. — Vue supérieure des arcades zygomatiques et des fosses temporales, chez le Chimpanzé. — Noter à l'arrière la formation de la mastoïde.
A droite. — Différences sexuelles.

V. — ONTOGENESE DE L'ORBITE

Pour simplifier l'étude de cette ontogénèse, il est nécessaire de systématiser cette cavité. Pour ce faire, elle est comparée à une pyramide, à sommet postérieur situé à l'orifice endocranien du trou optique, et à base antérieure. Cette base quadrangulaire sera étudiée à l'aide de deux droites : l'une est la projection sur le plan sagittal de la droite qui joint le point le plus supérieur au point le plus inférieur du contour orbitaire; l'autre transversale va d'une suture à l'autre (fronto-maxillaire et fronto-malaire).

Sur une projection de l'orbite sur le plan médian sagittal, elle sera figurée par un triangle dont il suffira de préciser les variations de position et de forme. La même étude sera faite sur la projection de l'orbite sur un plan horizontal.

A. — Position de l'orbite

1. - En projection sagittale, chez les stades les plus jeunes des Anthro-
poïdes, le triangle orbitaire est placé bien en avant du plan frontal vestibien
et sous le plan vestibulaire horizontal qu'il affleure et dépasse même très
légèrement, chez le Gorille (fig. 51 et 52).

Le sommet de l'orbite, situé sur la base du crâne, suit naturellement les

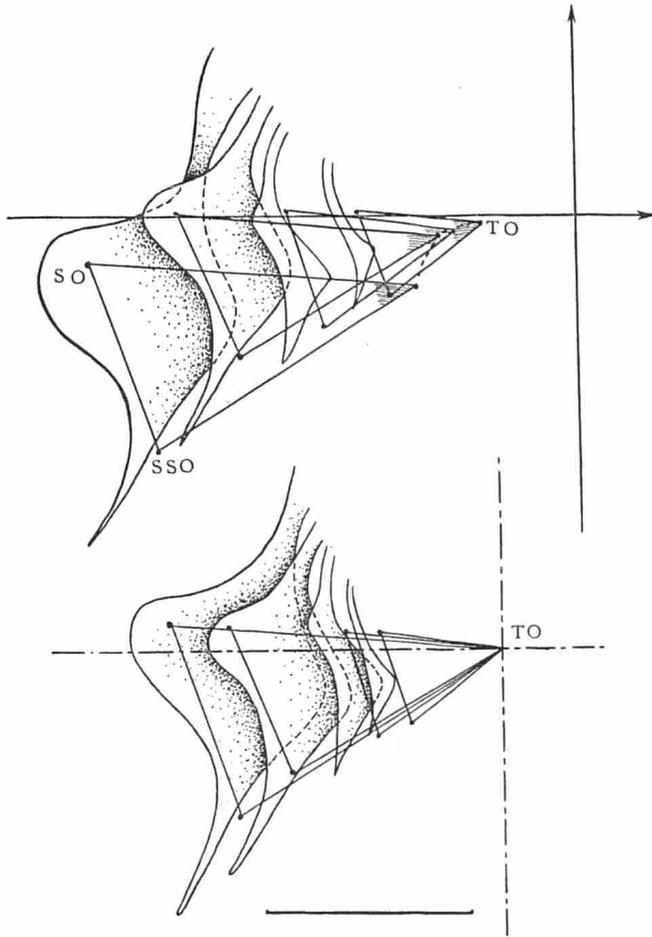


Figure 51.

Projections sur le plan sagittal médian des triangles orbitaires du Gorille.

- En haut - positions successives orientées dans les axes vestibiens. Point sus-orbitaire (SO); sous-orbitaire (SSO).
- En bas - orientation conservée mais superposition par le trou optique rendu commun (TO).

déplacements ontogéniques de celle-ci, et ces mouvements sont plus impor-
tants chez le Gorille (où ce sommet s'abaisse nettement à la fin de la crois-
sance en même temps qu'il s'avance) que chez le Chimpanzé où le mouve-
ment vers l'avant est presque seul observé.

La base (antérieure) du triangle se déplace parallèlement à elle-même
très régulièrement en gardant son obliquité par rapport au plan vestibulaire

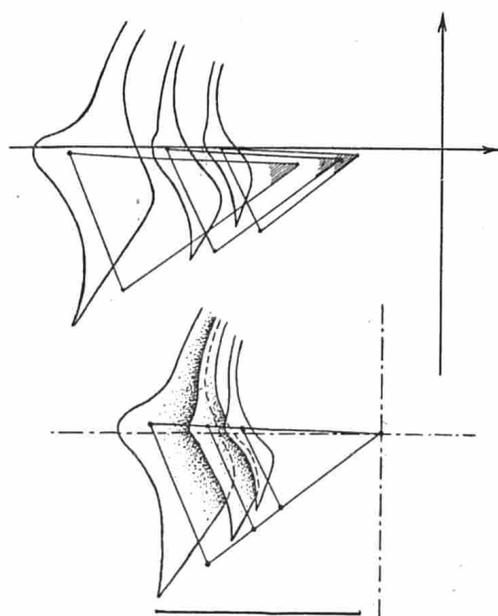


Figure 52.

Projections sur le plan sagittal médian des triangles orbitaires du Chimpanzé.
 — En haut - positions successives orientées dans les axes vestibiens.
 — En bas - orientation conservée mais superposition par le trou optique rendu commun.

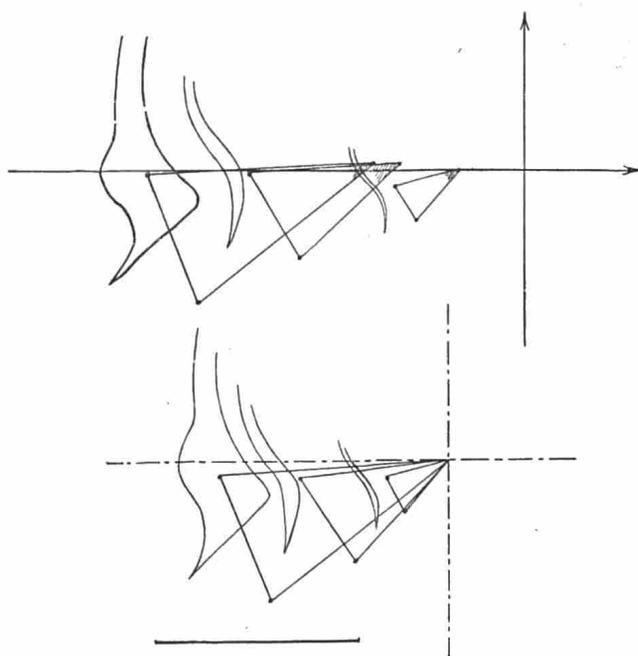


Figure 53.

Projections sur le plan sagittal médian des triangles orbitaires chez l'Homme.
 — En haut - positions successives orientées dans les axes vestibiens.
 — En bas - orientation conservée mais superposition par le trou optique rendu commun.

horizontal. Cette obliquité est de 68° à 70° chez les deux Anthropoïdes. Chez le Gorille l'abaissement du sommet s'accompagne d'un abaissement égal de la base de telle manière que l'orbite garde son orientation générale (fig. 51).

Si les triangles orbitaires orientés sont superposés par les sommets des

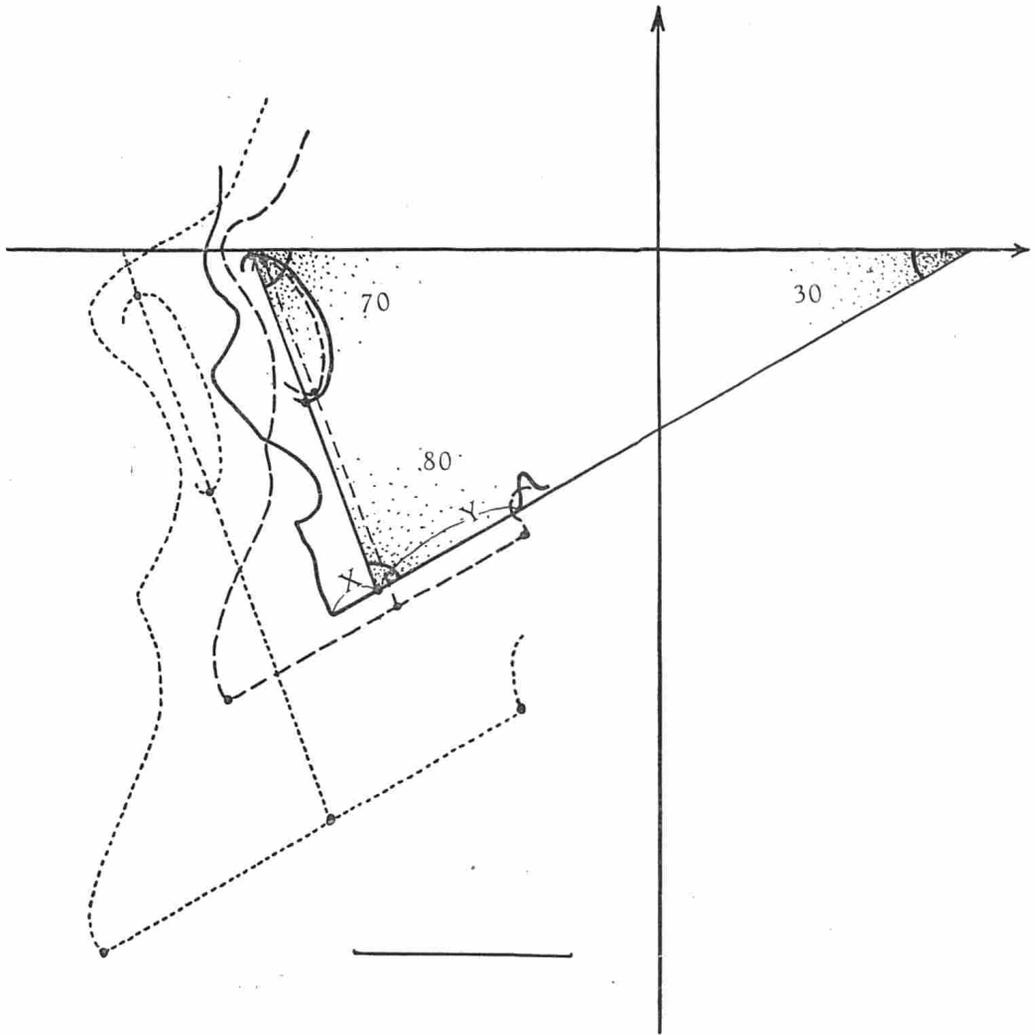


Figure 54.

Profils orientés id. à ceux de la figure 45, et servant à établir les rapports X/Y, entre les 2 portions du rebord alvéolaire déterminées par la direction de la droite orbitaire, SO-SSO (voir fig. 51). Noter la valeur des angles du triangle représenté.

orbites rendus communs, on voit l'allongement des orbites, mais aussi le parallélisme des bases du triangle bien mis en évidence (fig. 51 et 52).

En conséquence l'angle formé entre l'ouverture antérieure de l'orbite et le plan vestibulaire horizontal reste quasi constant, et ceci non seulement au cours de l'ontogénèse d'un Anthropoïde considéré, mais encore, nous avons pu voir la constance de cet angle chez les deux Anthropoïdes et l'Hom-

me (fig. 53) et cette règle semble plus générale encore et peut être étendue à la plupart des Primates (1). L'angle d'obliquité de l'ouverture antérieure de l'orbite mesure environ 70° (il est compté au-dessous du plan horizontal et en arrière de la droite orbitaire considérée).

En corollaire, puisqu'il a été dit précédemment que la direction des

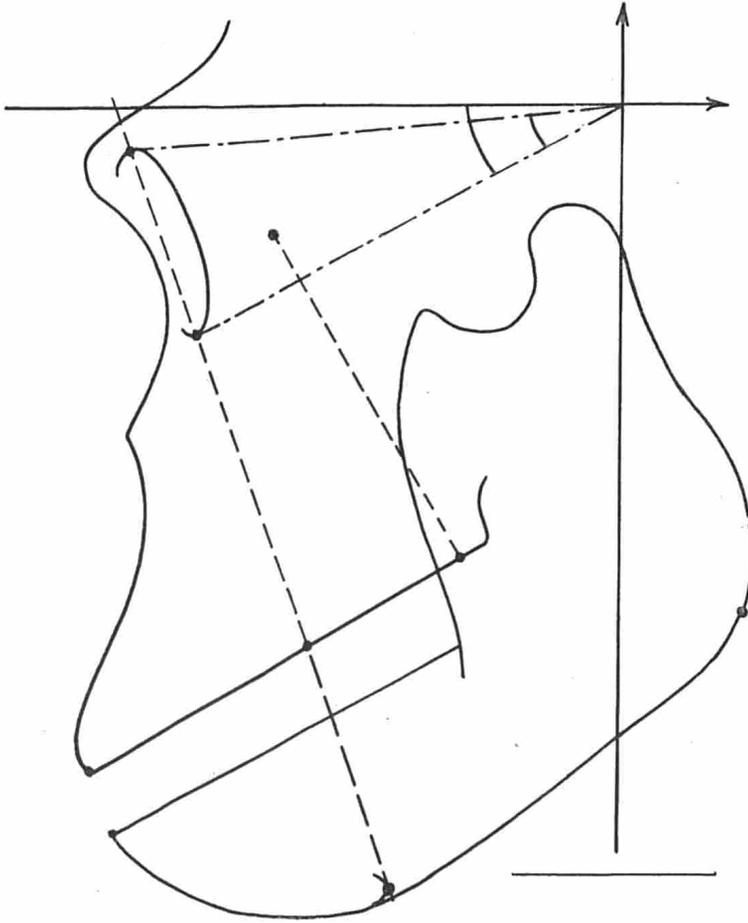


Figure 55.

Synthèse des figures: 45 & 54 montrant les deux rapports établis sur le rebord alvéolaire, et aussi que la direction de la droite orbitaire passe par le point symphysaire inférieur.

plans: alvéolaire et palatin restait constante, il s'en suit un angle constant entre la ligne orbitaire antérieure et le plan alvéolaire (en projection sagittale).

Le simple raisonnement nous dit que cet angle doit être aux environs de: $180 - 30 - 70 = 80^\circ$, c'est précisément ce que montre l'observation des profils orientés (voir fig. 54).

(1) Voir OLIVIER, LIBERSA, FENART.

Le point où la direction donnée par la base de l'orbite rencontre le plan alvéolaire, permet (de même que cela a été fait avec la perpendiculaire abaissée du nasion interne) de définir un rapport : portion antérieure divisée par portion postérieure du plan alvéolaire (en projection sagittale).

Ce rapport est égal à :

1,21 chez le Gorille;

1,32 chez le Chimpanzé;

0,31 chez l'Homme.

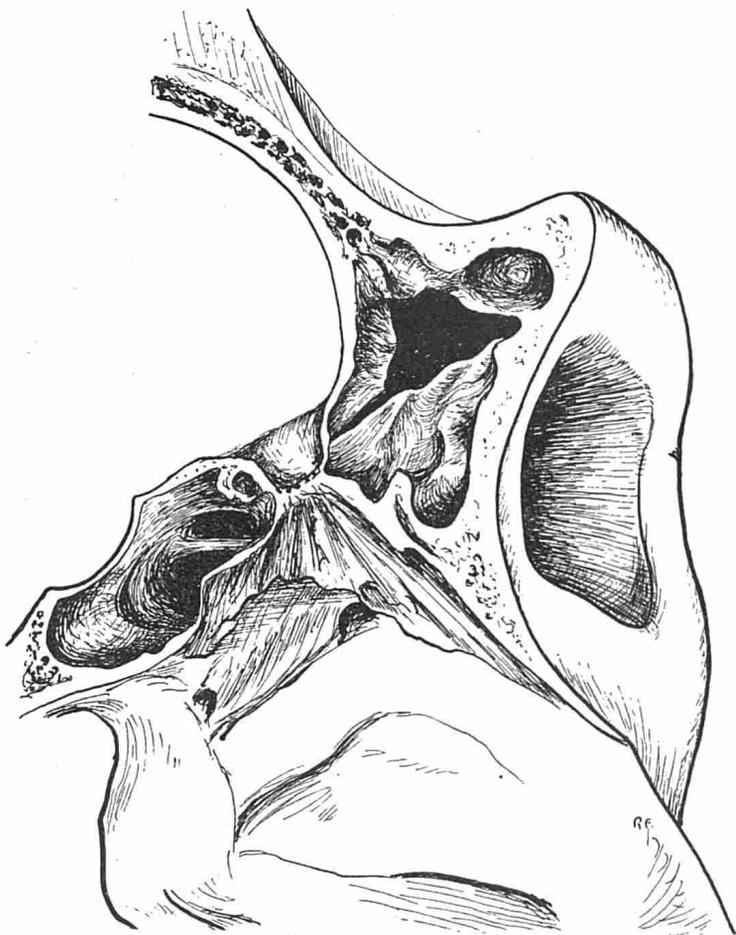


Figure 56.

Le dédoublement du frontal donne deux parois supérieures à l'orbite (gorille).

Ici encore il existe une grande différence entre les chiffres des Anthropoïdes et celui de l'Homme.

Ce rapport exprime ici une sorte de prognathisme par rapport à l'exocrâne tandis que celui figuré en 45 exprime une valeur du prognathisme par rapport à l'endocrâne.

Et il nous semble utile (fig. 55) de grouper ces deux faits sur une même

figure, pour le Gorille par exemple. Cette figure permet de placer le bord alvéolaire par rapport à l'endocrâne (nasion interne) et en second lieu de placer l'orbite par rapport au plan alvéolaire, donc de voir les relations entre celle-ci et l'endocrâne, et ainsi d'apprécier le degré de disjonction des tables antérieure et interne du frontal qui, par leur écartement, donneront les visières et le sinus frontal (fig. 56).

Etant donné la constance des « directions » indiquées sur la figure 55, il apparaît évident que les modifications qui peuvent se produire dans la face entre Primates ne peuvent s'effectuer que par des mouvements de translation : d'abord du rebord alvéolaire (plus ou moins long en fonction de

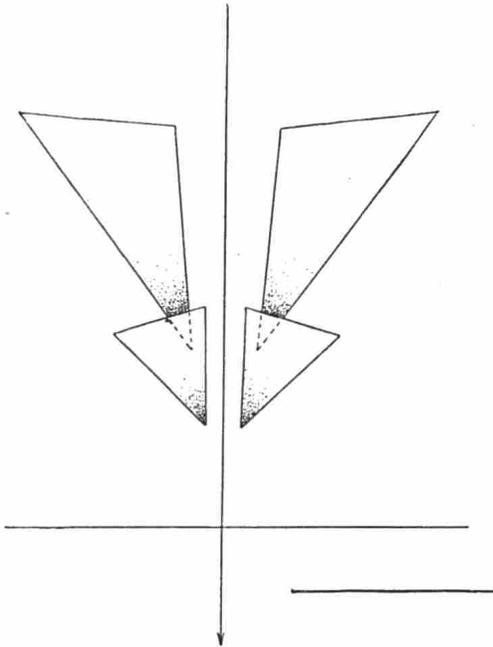


Figure 57.

Le triangle orbitaire du Gorille en projection horizontale. Stades: adulte et jeune (naissance).

l'épaisseur des dents) par rapport au nasion interne, puis de l'orbite par rapport au plan alvéolaire.

Donc, l'ouverture de la cavité orbitaire est dirigée vers l'accès à la cavité buccale. La vue contrôle l'entrée des aliments entre les mâchoires. La chose paraît banale; mais les mensurations l'expliquent. Malgré ce qui vient d'être dit, il existe une certaine indépendance, une certaine latitude de variation orbitaire dans un autre domaine qui a pu faire dire à l'un d'entre nous (1) que si les fonctions d'équilibration et de mastication étaient intimement liées, il n'en est pas exactement de même avec la fonction vi-

(1) Voir crâne du Semnopithèque. — Bibliog.

suelle. En effet, si la *direction* de l'ouverture orbitaire, par rapport aux plans vestibulaires et au plan alvéolaire est constante, il n'en est pas de même de la *hauteur* à laquelle l'orbite se trouve par rapport à la face (plus ou moins proche ou plus ou moins éloignée du plan vestibulaire horizontal) ni de la *distance* à laquelle l'ouverture orbitaire se trouve du plan frontal vestibulaire.

La première de ces deux valeurs peut s'obtenir par l'angle que fait le plan vestibulaire horizontal avec la droite menée du centre des axes au point orbitaire inférieur (fig. 55), et la seconde par l'angle qui joint le point central des axes respectivement aux points orbitaires : inférieur et supérieur. Ces deux angles peuvent varier suivant l'âge et suivant l'espèce, mais *cela n'empêche pas que la direction de l'ouverture orbitaire reste liée à la direction du bord alvéolaire* (et aussi, comme nous le verrons plus loin, au point symphysaire inférieur : Voir mandibules).

2. - Sur une projection horizontale, l'orbite est représenté par un triangle (fig. 57) dont le sommet s'avance de près de deux centimètres chez le Gorille, et dont la base change d'orientation en s'avancant. L'angle formé par les deux directions orbitaires antérieures, en projection horizontale regarde en arrière chez le jeune Gorille. Il peut s'ouvrir en avant chez le mâle adulte. Chez le Chimpanzé, la valeur de l'angle augmente avec l'âge, mais ne s'inverse pas (de même que pour l'Homme).

B. — Forme de l'orbite

1. - Profondeur de l'orbite.

En raison même de ce qui vient d'être expliqué la profondeur de l'orbite du Gorille augmente de façon très importante, surtout à la fin de la croissance lorsque se forment ce que l'on appelle les visières. La profondeur de l'orbite du Gorille mâle adulte est de 8 centimètres sur lesquels la moitié est due à cette séparation de la table externe du frontal qui s'est portée en avant. Ceci double la profondeur orbitaire et contribue à former la double paroi supérieure et externe de l'orbite (fig. 56).

2. - Angle d'ouverture orbitaire.

C'est l'angle dont le sommet est au trou optique et la base entre les points sus-orbitaire et sous-orbitaire. Cet angle est remarquablement *constant* chez les deux Anthropoïdes : 36°. Constatation curieuse : il a la même valeur chez l'Homme et, de plus, en projection sagittale, les triangles orbitaires de l'Homme et du Chimpanzé sont égaux.

3. - Orbite et frontal.

La base orbitaire est cerclée par le frontal en haut, le maxillaire supérieur en bas, le malaire en dehors et la branche montante du maxillaire supérieur en dedans. L'étude des rapports entre l'orbite, la visière et le fron-

tal démontre qu'au cours du développement ontogénique l'ouverture orbitaire est reportée en avant, dans la mesure où les deux tables du frontal s'écartent l'une de l'autre, c'est-à-dire 4 centimètres environ chez le Gorille adulte; 2 centimètres chez le Chimpanzé adulte. Cette étude sera faite plus longuement avec celle de la formation des visières.

C. — Formation des visières

L'étude de la formation des visières doit être poursuivie à la fois sur le profil des crânes et sur des sections sagittales de la boîte crânienne. La première étude montre la façon dont les visières deviennent de plus en plus saillantes extérieurement; la seconde indique le mode de participation de la table externe du frontal dans la production de cette curieuse saillie.

1. - Facteurs de formation.

Deux facteurs interviennent dans l'extériorisation des visières. C'est, d'une part, la croissance différentielle du massif facial et du neurocrâne et, d'autre part, la rotation du crâne analysée dans un autre chapitre.

Les résultantes de ces deux facteurs ont été étudiées précédemment au moyen des rapports faisant intervenir ce bord alvéolaire.

Le neurocrâne a déjà terminé son développement, alors que le massif facial n'a pas encore achevé sa croissance. Les mesures systématiques menées sur des crânes d'âges différents montrent, en effet, que la capacité crânienne parvient très rapidement à son volume normal adulte.

Cette discordance entraîne la projection en avant du massif facial au cours de l'ontogénèse du crâne. La croissance du profil facial antérieur se fait progressivement par une avancée globale, orbites compris naturellement, à la façon de la lentille d'une « lanterne de projection » le long de la « glissière » alvéolaire.

Il ne se produit pas une constriction derrière le massif facial, mais un étirement, qui paraît séparer le neurocrâne de l'ensemble de la face. Cette poussée de la face vers l'avant s'accompagne d'un allongement considérable de la profondeur des orbites, principalement chez le Gorille mâle, adulte, considérée comme type (fig. 51).

D'autre part la rotation du crâne vient combiner son action à la projection du crâne vers l'avant. Elle accentue la séparation des deux tables du frontal; la table interne suivant l'endocrâne qui tourne autour de l'axe vestibien; la table externe accompagnant la face qui s'avance en même temps qu'elle tourne.

2. - Conformation intérieure.

Au moyen des projections des profils crâniens sur le plan sagittal, on peut suivre facilement la formation intérieure de la visière. Il ne faut pas parler de formation des sinus frontaux. Ces cavités n'existent que par suite

de l'écartement des lames du frontal. C'est la séparation des tables interne et externe du frontal qui crée la saillie des visières.

Les images 51 et 52 démontrent que la table interne se développe régulièrement, sans accuser de relief, ni dépression, aussi bien chez le Gorille que chez le Chimpanzé. A noter toutefois l'abaissement du nasion interne, au cours de la croissance de l'endocrâne, ainsi que cela a été décrit avec l'ontogénèse de la base du crâne.

La table externe au contraire s'écarte progressivement et fortement de la table interne. Elle est attirée en avant et en bas par le déplacement du massif facial. Derrière elle les sinus se creusent passivement en raison même de cet écartement.

Cette séparation des deux tables atteint également les lames orbitaires du frontal de telle manière que même la moitié postérieure de la face supérieure de l'orbite possède réellement une double paroi supérieure (fig. 56).

Au niveau du rebord orbitaire la table externe apparaît comme pliée en deux versants. Le versant inférieur forme le vrai plafond de l'orbite; le versant supérieur est obliquement tendu, comme un voile, entre le contour supérieur de l'orbite et l'écaille du frontal qu'il rejoint à mi-hauteur (fig. 56).

3. - Facteurs hormonaux.

Sur les crânes de Pithécantrope, de Sinanthrope et chez l'Homme, dans la race de Néanderthal, des visières plus ou moins marquées sont observées normalement. Des formations assez analogues peuvent se développer, de façon pathologique chez l'Homme, actuel, adulte.

Ces derniers faits pathologiques éclairent l'origine des visières des Anthropoïdes. Il est cliniquement et expérimentalement prouvé que ce sont des actions hormonales hypophysaires qui agissent sur la croissance des os de membrane en général et sur la table externe des os du crâne en particulier.

L'excès d'hormone somatotrope est la cause des déformations craniennes dans l'acromégalie; déformations qui rappellent les visières des Anthropoïdes. Cette action élective de l'hormone somatotrope qui respecte la table interne doit être mentionnée.

Une action hormonale d'ordre sexuel existe également. Les mâles d'Anthropoïdes ont une visière plus accentuée que les femelles, et, dans l'espèce humaine, on sait que les sinus frontaux sont plus développés chez l'Homme.

Enfin les mensurations et les constatations anatomiques menées avec la méthode vestibulaire d'orientation des crânes ont démontré que la saillie de la visière est en position plus élevée chez la femelle que chez le mâle. Ceci veut dire qu'elle se trouve en général au-dessus du plan vestibulaire horizontal. Cette position différente dans les deux sexes ne doit pas surprendre, car la femelle a terminé sa croissance pubertaire, donc sa rotation du crâne, avant le mâle (fig. 27 et 28).

D. — Orbite et angle facial

Lorsque l'anatomiste veut étudier la direction générale du profil facial d'un Anthroïde ou d'un Homme, il s'efforce de figurer cette direction par rapport à un plan déterminé. Ce plan pour avoir quelque valeur de référence doit être le même pour tous les crânes observés.

Cette première difficulté a été résolue par l'emploi de l'orientation vestibulaire. Une autre difficulté se présente : celle du choix de la ligne qui indiquera la direction générale du profil du massif facial.

L'étude de l'ontogénèse du crâne des Anthroïdes a apporté quelques lumières sur ce sujet (voir aussi Prognathisme).

1°) Si l'on examine la succession des positions du massif facial orienté au cours du développement du crâne, chez un Gorille par exemple (fig. 25) ; on est frappé du fait que les lignes du profil facial sont presque parallèles entr'elles, c'est-à-dire que la direction du profil de la face ne paraît pas changer d'inclinaison. Mais à la seule condition toutefois de limiter la ligne du profil au point alvéolaire supérieur vers le bas, et la partie antérieure du rebord orbitaire supérieur vers le haut.

2°) Si au lieu de choisir, ces 2 points extrêmes qui appartiennent réellement à la face et qui tracent les limites du massif facial, on arrête la ligne faciale vers le haut du rebord postérieur du torus ou à la partie saillante de l'écaïlle du frontal, on obtient alors des variations très importantes de l'inclinaison de la ligne, donc de l'angle facial (c'est ce qui a été étudié précédemment. (Voir aussi GIRARD : Connaissances anciennes).

Mais peut-on encore parler dans ce cas d'angle facial et de ligne faciale? Ces lignes et ces angles sont en réalité des figures et des angles fronto-faciaux, et, dans le cas particulier du Gorille, il est aisé de vérifier que la vraie ligne faciale varie peu, tandis que la fronto-faciale subit un abaissement important. Qu'indique alors la ligne fronto-faciale? Elle indique le déboîtement vers l'avant, la projection en avant de tout le massif facial, alors qu'en arrière, l'endocrâne n'a pas augmenté son volume; elle montre un décalage, nettement visible, de toute la mâchoire vers l'avant : c'est le prognathisme total. L'étude de ce point particulier de ce prognathisme a dû être reprise après l'explication de la formation des visières : formations osseuses qui troublent la prise facile des angles faciaux.

VI. — ONTOGENESE DE LA MANDIBULE DU GORILLE ET DU CHIMPANZE

Fidèles à la méthode vestibienne, nous avons abordé l'étude de l'ontogénèse de la mandibule, en l'orientant dans les axes vestibulaires, avec confusion des axes vestibiens. Les résultats de ces superpositions sont donnés par les figures 58, 59 et 60. Elles montrent les positions et les formes successives de la mâchoire inférieure chez le Gorille, le Chimpanzé, et enfin

chez l'Homme (pour comparaison), en projection sur le plan médian sagittal. Les deux parties essentielles de la mandibule : le corps (corpus mandibulae) portant l'arcade alvéolaire ou pars alvéolaris, et les deux branches montantes ou rami mandibulae, seront étudiées dans leur position d'abord et dans leur forme ensuite.

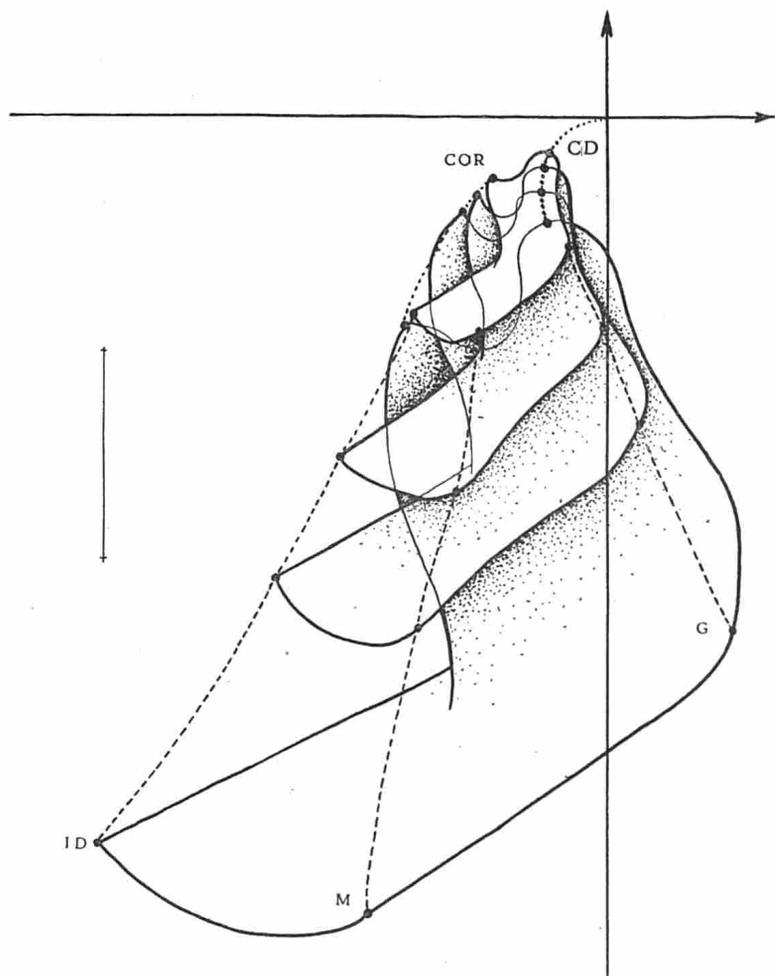


Figure 58.

Positions dans les plans vestibiens et formes de la mandibule du Gorille, au cours de la croissance. ID: point infra dental; COR: coronoïdien; CD: condylien; G: gonion; M: symphysaire inférieur.

A. — Corpus mandibulae

1. - Position.

A partir d'un stade initial voisin de la naissance, où il occupe une position oblique, le corps de la mandibule s'oriente rapidement suivant un angle qu'il gardera jusqu'à l'état adulte. Cette orientation est précisée par l'angle formé par la trace du plan alvéolaire sur le plan sagittal, avec la trace du plan horizontal vestibien. Cet angle est constant durant la crois-

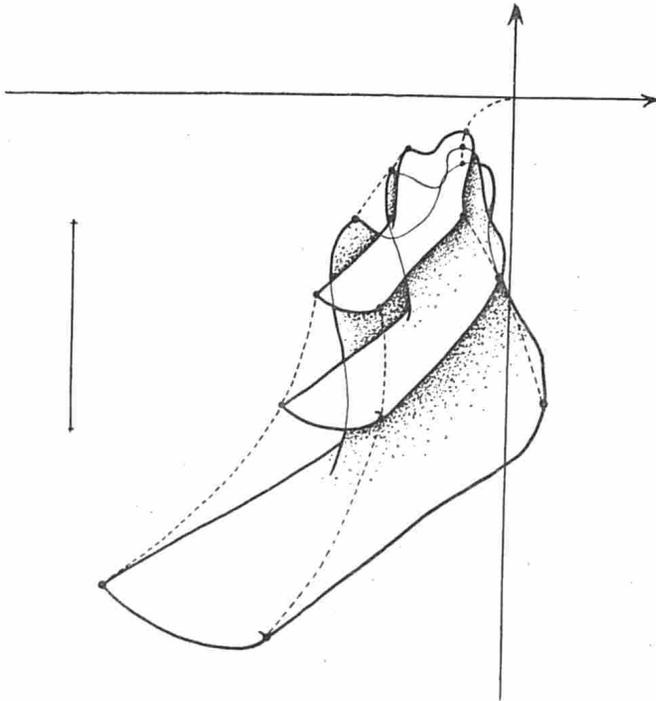


Figure 59.

Positions dans les plans vestibiers et formes de la mandibule du Chimpanzé, au cours de la croissance.

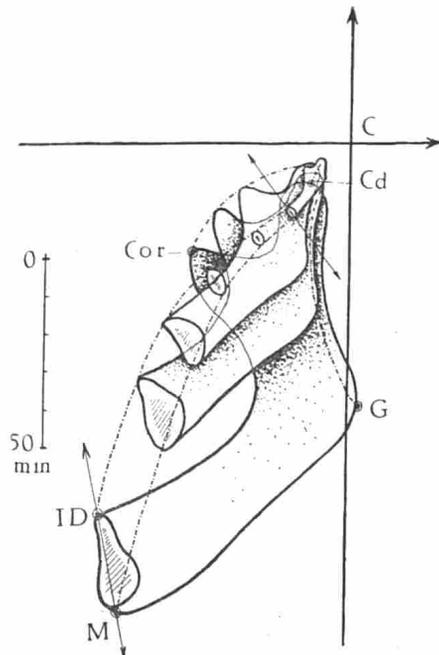


Figure 60.

Positions dans les plans vestibiers et formes de la mandibule chez l'Homme, au cours de la croissance. ID: point infra dental; COR: coronoïdien; Cd: condylien; G: gonion; M: symphysaire inférieur.

sance du crâne et a une valeur de 30° chez le Chimpanzé, il est légèrement plus faible chez le Gorille : (1 à 2 degrés).

Rappelons que cet angle a une valeur de $36^{\circ}3$ chez le Semnopithèque (9 individus); $34^{\circ}8$ chez le Colobe (9); $31^{\circ}3$, chez le Macaque (6); $35^{\circ}7$ chez le Cercopithèque (6); $36^{\circ}8$ chez le Cynocéphale (5); en moyenne $34^{\circ}9$ chez les Primates Catarrhiniens examinés, au nombre de 35 (voir Bibliographie : Le crâne du Semnopithèque). Au cours de la croissance, le corpus mandibulae, s'écarte progressivement du plan vestibulaire horizontal mais de telle manière que la pars alvéolaris reste parallèle à elle-même dans les positions successives de croissance.

2. - Forme.

En même temps qu'il s'abaisse, le corpus mandibulae augmente de longueur et s'élargit. La distance entre le point alvéolaire inférieur, ou infra-dental, et le point appelé « Gonion » (1) s'accroît (fig. 58, 59). Les lignes qui tracent les cheminements de ces points sont deux droites divergentes (fig. 58 et 59) et le corpus mandibulae des Anthroïdes adultes débordent largement par l'arrière le plan frontal vestibien.

B. — Rami mandibulae

Les branches montantes ont été étudiées, grâce aux points coronoïdien et condylien vers le haut; par la direction de leurs bords antérieur et postérieur; et, vers le bas, arrêtées à leur jonction avec la pars alvéolaris. Au cours du développement, les points condylien et coronoïdien décrivent des courbes à concavité postérieure, les bords antérieur et postérieur se courbent légèrement vers l'arrière. Il apparaît que, contrairement à la stabilité d'orientation de la pars alvéolaris, les rami mandibulae se courbant vers l'arrière.

Ce changement dans la position générale s'accompagne d'un élargissement important et d'un accroissement corrélatif de la hauteur.

L'ontogénèse de la mandibule humaine s'accomplit suivant un processus semblable (fig. 60) mais la pars alvéolaris est beaucoup moins étendue de façon absolue que chez le Gorille et le Chimpanzé.

La figure 61 montre la superposition, en valeur également réduite, des 3 mandibules : de Gorille, Chimpanzé, Homme adulte dans les axes de référence vestibulaire et d'une quatrième : de jeune Gorille. Il est visible :

1°) que les plans des pars alvéolaris sont parallèles et même confondus en partie pour le Chimpanzé et l'Homme;

2°) que les surfaces des branches montantes sont très réduites chez l'Homme, mais demeurent dans le cadre de la forme de celle des Anthroïdes;

(1) Point de tangence de la parallèle à la droite joignant le point condylien au point symphysaire inférieur (partie inféro-postérieure de la symphyse).

3°) que le menton humain peut s'expliquer beaucoup mieux par un recul de la pars alvéolaris que par une avancée du menton des Anthroïdes.

Le tracé supplémentaire G. j. est celui d'un jeune Gorille. Le bord antérieur vient se placer entre la position du Chimpanzé adulte et d'un Homme adulte. Nous avons choisi l'âge de ce Gorille afin de pouvoir mieux comparer cet Anthroïde au Chimpanzé et à l'Homme, sans avoir recours à des réductions.

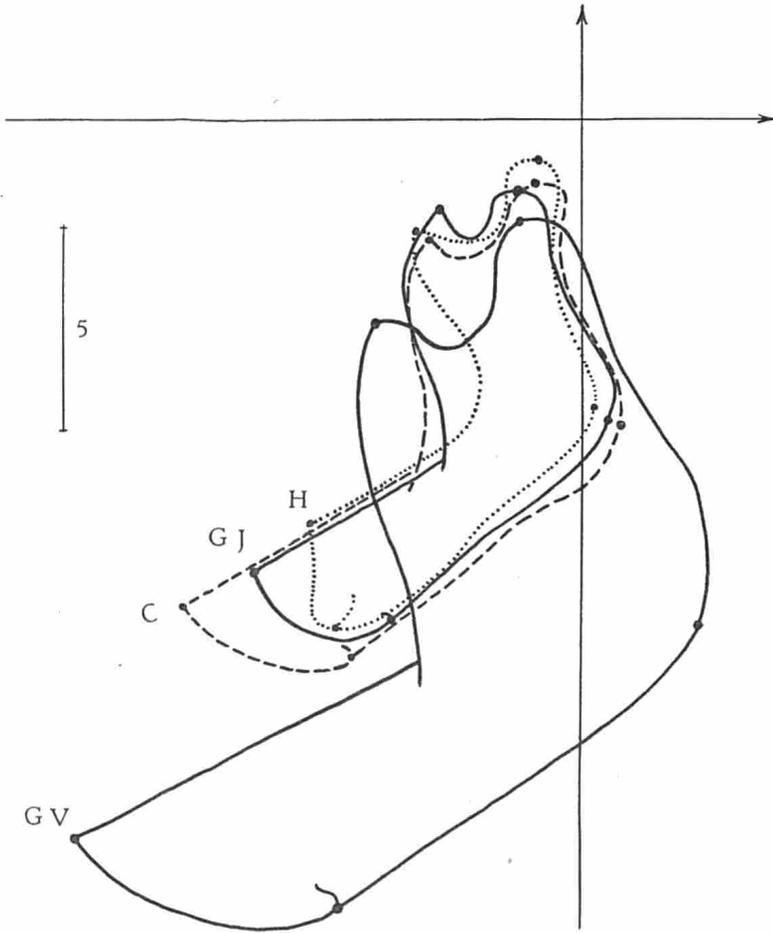


Figure 61.

Superposition, en valeur également réduite, des mandibules d'Homme (H), Gorille (G.V.), et Chimpanzé (C) adultes, et d'un Gorille jeune (G.j.).

tions. A vrai dire, ce choix est aussi valable que celui de l'adulte puisque la direction et la forme de la mandibule sont déjà fixées.

Après ce qui a été dit dans les précédents chapitres, à propos du prognathisme et des rapports établis sur le bord alvéolaire du maxillaire supérieur, à partir du nasion interne et surtout du rebord orbitaire antérieur, il semble utile d'évoquer une constatation que nous avons pu faire et qui est la suivante : le point symphysaire inférieur (point inférieur de la symphyse man-

dibulaire) se trouve sur le prolongement de la direction de la droite orbitaire telle qu'elle a été définie et représentée (fig. 55).

Ainsi, un fait capital semble ressortir de cette constatation, qui paraît valable chez les Primates en général, c'est que le prognathisme peut se juger par rapport à l'ouverture orbitaire, à condition toutefois de ne considérer

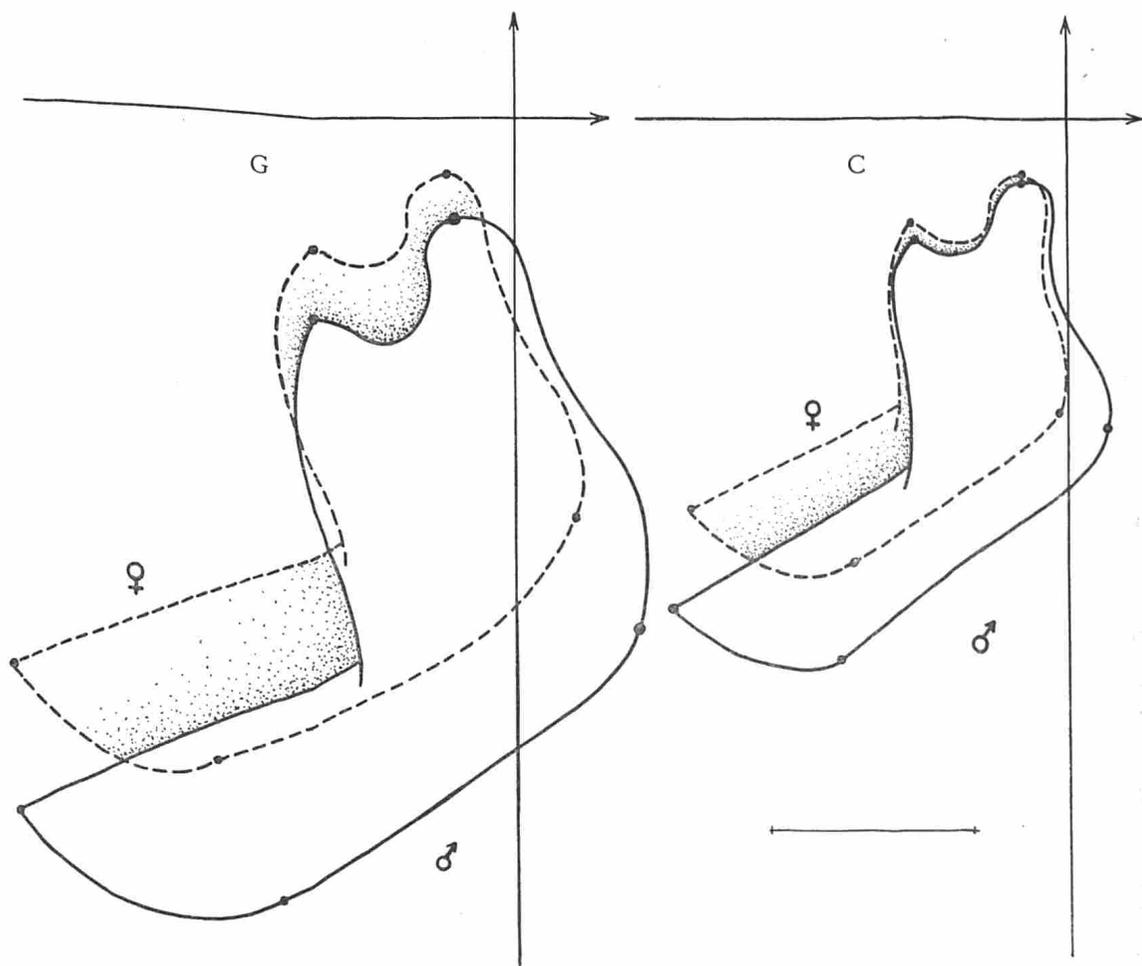


Figure 62.

Mandibules de Gorilles, à gauche, et de Chimpanzés, à droite, montrant les différences sexuelles.

que l'exocrâne, car on sait que le plan passant par le nasion interne et perpendiculaire au plan alvéolaire est une limite postérieure plus logique mais non visible extérieurement.

La face entière et le maxillaire inférieur ne se développent donc pas au hasard mais leur ontogénèse répond à des règles bien précises et à notre avis, l'évolution phylogénétique du menton résulte donc beaucoup moins de la saillie en avant des points symphysaires inférieurs, que du recul du point alvéolaire (fig. 55).

Enfin la figure 62 montre les différences sexuelles de la mandibule. Celles-ci consistent en une taille plus petite chez la femelle ce qui est normal, et également en une rotation de l'ensemble vers le bas et l'avant moins accentuée. En effet, le crâne des femelles est dans son ensemble moins évolué et plus proche de la position initiale infantile que le crâne des mâles.

C. — Réflexions à propos de l'ontogénèse de la mandibule

1°

Le développement de la mandibule des Anthroïdes, qui vient d'être exposé, celui de la mandibule humaine, comme aussi celui de la mandibule du *Semnopithèque*, étudié par OLIVIER et ses collaborateurs se présentent suivant un plan très semblable. L'origine de cet os est toujours la même, car c'est autour du cartilage de Meckel, que se forme la mâchoire inférieure. Ceci amène naturellement au rappel embryologique de cet os, sujet bien connu.

Le cartilage de Meckel constitue le squelette du premier arc branchial, dont l'extrémité dorsale se trouve dans le voisinage immédiat de la vésicule otique. Or, si les trajets des points condyliens des figures 58 et 59 étaient prolongés, en y ajoutant les positions foetales les plus jeunes, que nous n'avons pu nous procurer, ces lignes aboutiraient certainement à quelques millimètres en dessous de l'axe vestibien. C'est-à-dire sur le crâne, à droite et à gauche, dans l'oreille moyenne, au-dessous du canal semi-circulaire latéral correspondant; au point où le marteau se forme aux dépens de l'extrémité dorsale du cartilage de Meckel.

Donc, embryologiquement, le choix de la position du point d'intersection des axes de référence, au niveau du canalis semi-circularis non seulement se justifie, mais est obligatoire. Il est impossible en effet d'établir une ontogénèse valable du crâne et de la mandibule sans prendre l'axe vestibien, comme point de départ des cheminements des points craniométriques mandibulaire et maxillaire supérieur.

La différenciation des bourgeons maxillaires supérieur et inférieur commence embryologiquement en ce point. C'est à partir de lui que se différencient le massif facial et la mandibule, donc le splanchnocrâne.

2°

Le parallélisme des plans alvéolaires, au cours de l'ontogénèse de la mandibule du Gorille, du Chimpanzé et de certains Primates étudiés jusqu'à ce jour, est le second point d'intérêt majeur. Ce parallélisme est un argument de poids en faveur de la justification du choix du plan des canaux semi-circulaires latéraux comme plan d'orientation. Une telle concordance de parallélisme n'est pas fortuite. La mandibule est fonctionnellement orientée normalement lorsque le plan des canaux semi-circulaires latéraux est disposé horizontalement sur le crâne isolé.

L'orientation des mandibules à l'aide du plan alvéolaire est un procédé employé couramment en Anatomie comparée et en Anthropologie. Ce qui est original est de placer les mandibules dans les plans vestibiens, ceci donne ainsi au plan alvéolaire une inclinaison naturelle dans l'espace et à toute la mandibule une position naturelle également.

La juxtaposition et même la confusion partielle des plans alvéolaires d'un Chimpanzé adulte, d'un jeune Gorille et d'un Homme adulte (fig. 61) est fortuite et certainement liée aux dimensions relatives des crânes comparés entre eux. Mais leur commune orientation et leur situation relative plus ou moins reculée par rapport au plan frontal vestibien, comme aussi la longueur antéro-postérieure de la pars alvéoralis ne sont pas l'effet du hasard.

Cette juxtaposition des 3 plans de la figure 61 permet d'émettre quelques hypothèses et même, grâce à la méthode vestibienne de leur donner des réponses.

Tout se passe comme si au cours de l'évolution des Anthroïdes à l'Homme, les deux arcades dentaires et les bords alvéolaires où elles sont implantées, reculaient en glissant sur un plan incliné à 30° par rapport au plan horizontal vestibien, sans modification ni de la position des branches montantes de la mandibule ni de celle du corpus mandibulae. Seule la méthode vestibienne permet cette comparaison. Ce recul des bords alvéolaires s'accompagne d'une saillie du menton qui se produit passivement et d'une réduction de longueur des bords alvéolaires, spécifique de l'espèce humaine.

TROISIEME PARTIE

I. — DIFFERENCES SEXUELLES DES CRANES D'ANTHROPOIDES

Ces différences dépendent d'un phénomène important, majeur, d'ordre ontogénique, qui se combine au mouvement excentrique d'expansion, commun à tous les crânes en voie de développement. C'est la rotation de l'ensemble du crâne, autour de l'axe vestibien, mouvement en sens inverse des aiguilles d'une montre, pour un observateur placé du côté gauche du crâne (rotation négative); mais cette rotation d'ensemble n'empêche pas le plan alvéolaire de rester en même orientation chez le mâle et la femelle. Ce déplacement s'arrête naturellement, en même temps que la croissance du crâne au moment de la puberté.

Comme la croissance se continue chez le mâle plus longtemps que chez la femelle la différenciation s'effectue progressivement entre les sexes. Elle accentue chez le mâle le mouvement de rotation du crâne, en même temps que se poursuit chez lui, l'accroissement de volume global du massif facial.

Il y a donc à la fois, un changement dans la position générale du profil crânien par rapport aux plans vestibulaires et une différence dans le volume du crâne et surtout de la face des mâles et des femelles. Ces différences volumétriques sont connues depuis longtemps et elles rentrent dans la loi presque générale qui régit la taille des Vertébrés et détermine la plus petite taille des femelles. Quant aux changements de position, il faut en donner une analyse précise, après en avoir livré l'explication générale.

Les figures 27 et 28 indiquent la rotation différentielle des crânes des Chimpanzés et Gorilles adultes mâles et femelles, orientés suivant le plan vestibulaire horizontal et superposés suivant leur axe vestibien. Elle montre le changement d'orientation du foramen magnum, la position des visières, la position du point alvéolaire, la ligne générale du profil, l'orientation des plans alvéolaire et du bord antérieur des ptérygoïdes. Tous ces changements sont liés au mouvement général déjà exposé (voir aussi les cheminements différents des points craniométriques chez le mâle et la femelle : fig. 8 à 13).

A. — Foramen magnum

Le plan du foramen magnum est relevé davantage chez les mâles, par rapport au plan horizontal vestibulaire (moyenne). L'angle formé entr'eux est de :

	Mâles	Femelles	Naissance
<i>Gorilles</i>	62°	44°	26°
<i>Chimpanzés</i>	47°	36°	27°

Chez l'Homme, ces chiffres sont de 10° (ou moins) pour l'adulte et de 24° pour le nouveau-né; donc évolution en sens inverse. Les différences sexuelles n'ont pas encore été étudiées suffisamment pour les préciser.

Il est très intéressant de connaître l'orientation de ces plans chez les jeunes Anthropoïdes et de comparer les chiffres à ceux des adultes. On voit que les Foramen magnum sont d'abord très couchés sur l'horizontale et qu'ils se relèvent différemment chez la femelle et le mâle, mais de façon très nette.

B. — Position des visières

La visière est en position plus haute chez la femelle et elle est également moins avancée, en raison de l'arrêt évolutif pubertaire, qui surprend le frontal alors qu'il se trouve encore au-dessus du plan vestibulaire horizontal. Chez le mâle, le relief des visières est très saillant et il se trouve au-dessous de ce plan.

Pour la plupart des points craniométriques la femelle possède un point terminal qui ne se trouve pas sur le trajet des points du mâle (fig. 8 à 13); ceci indique que chez la femelle, la rotation des points s'arrête plus vite que l'éloignement de ceux-ci par rapport au point central des axes, donc à l'accroissement interstitiel des os.

C. — Point alvéolaire

Le même arrêt plus précoce du développement du crâne chez la femelle pose le point alvéolaire en position plus élevée et parfois plus antérieure que chez le mâle. La ligne générale du profil facial, située entre la visière et le point alvéolaire, est plus courte chez la femelle et en position plus oblique (moins verticale). Sa brièveté est normale, car tout le crâne est de plus de petite dimension. Son obliquité tient à la rotation du crâne, moins accentuée que celle du mâle. Chez le Gorille, mâle, adulte, le profil facial est parfois presque vertical. Le crâne apparaît alors comme extrêmement allongé de haut en bas, et non pas comme on l'a écrit généralement d'arrière en avant. Cette fausse apparence tient à une orientation défectueuse du crâne.

Il est possible de faire tourner le profil du crâne de Gorille femelle en l'amenant à la position du mâle, par exemple en rendant parallèles les directions des foramens, on obtient deux profils craniens et faciaux de forme générale parallèle, (mais les plans palatins ne sont, alors, plus parallèles). Ceci montre bien la raison de la différenciation sexuelle.

II. — TYPE MOYEN ET CRANIOGRAMME

Cette étude de l'ontogénèse a été faite sur de nombreuses pièces de sexe et d'âge différents. Il a donc été nécessaire d'établir des moyennes pour chaque groupe crânien considéré (espèce, sexe et âge) en un mot de créer des types. Quand on veut obtenir des chiffres moyens, il suffit bien entendu de faire la moyenne de ces chiffres dans le lot homogène considéré. Mais comme nous avons voulu, avant toutes choses, analyser et expliquer les modifications des formes au cours du développement du crâne, il a fallu établir une « moyenne » morphologique pour chaque lot de crânes étudiés. L'exposé des chiffres, des indices, des angles et des rapports étant volontairement laissé à un rang secondaire.

La figure 63, explique la manière dont a été établi le type moyen du Gorille mâle adulte : cet exemple choisi montre les difficultés maxima rencontrées, étant donnée la variabilité assez grande des crânes de Gorille adulte surtout dans leur partie faciale.

Après avoir repéré tout d'abord le point moyen de chaque nuage de points considérés, il a suffi de les relier par des courbes faisant la moyenne du trajet de toutes les courbes tracées (une par individu).

Cette méthode n'est peut-être pas sans reproches, mais c'est à notre avis la moins mauvaise pour définir ce qu'est par exemple le profil d'un Gorille adulte (fig. 63). Un de ses inconvénients évidents est de ne pas tenir compte des races possibles de Gorilles (ou d'autres individus). Il semble bien notamment sur la figure 63, qu'il en existe deux, l'une ayant la face relativement plus verticale et plus longue que l'autre. Il aurait peut-être été nécessaire de faire deux types moyens de Gorilles, chose qui aurait fortement compliqué ce travail sans rien lui apporter de plus étant donné son caractère très général et très peu porté aux types particuliers et raciaux. Par ailleurs, l'existence possible de 2 types de Gorilles adultes mâles n'enlève rien à ce qui a été dit dans ce travail puisqu'ils répondent tous deux aux lois générales de la rotation négative : l'un des types ayant tourné davantage que l'autre, sans plus. Ce principe étant admis, nous faisons suivre ce travail des profils moyens principaux des deux Anthropoïdes considérés :

<i>Gorilles</i>	Adulte mâle	Fig. 64
	» femelle	Fig. 65
	Adolescent	Fig. 66
	Jeune	Fig. 67
	Naissance	Fig. 68
<i>Chimpanzés</i>	Adulte mâle	Fig. 69
	» femelle	Fig. 70
	Jeune	Fig. 71
	Naissance	Fig. 72

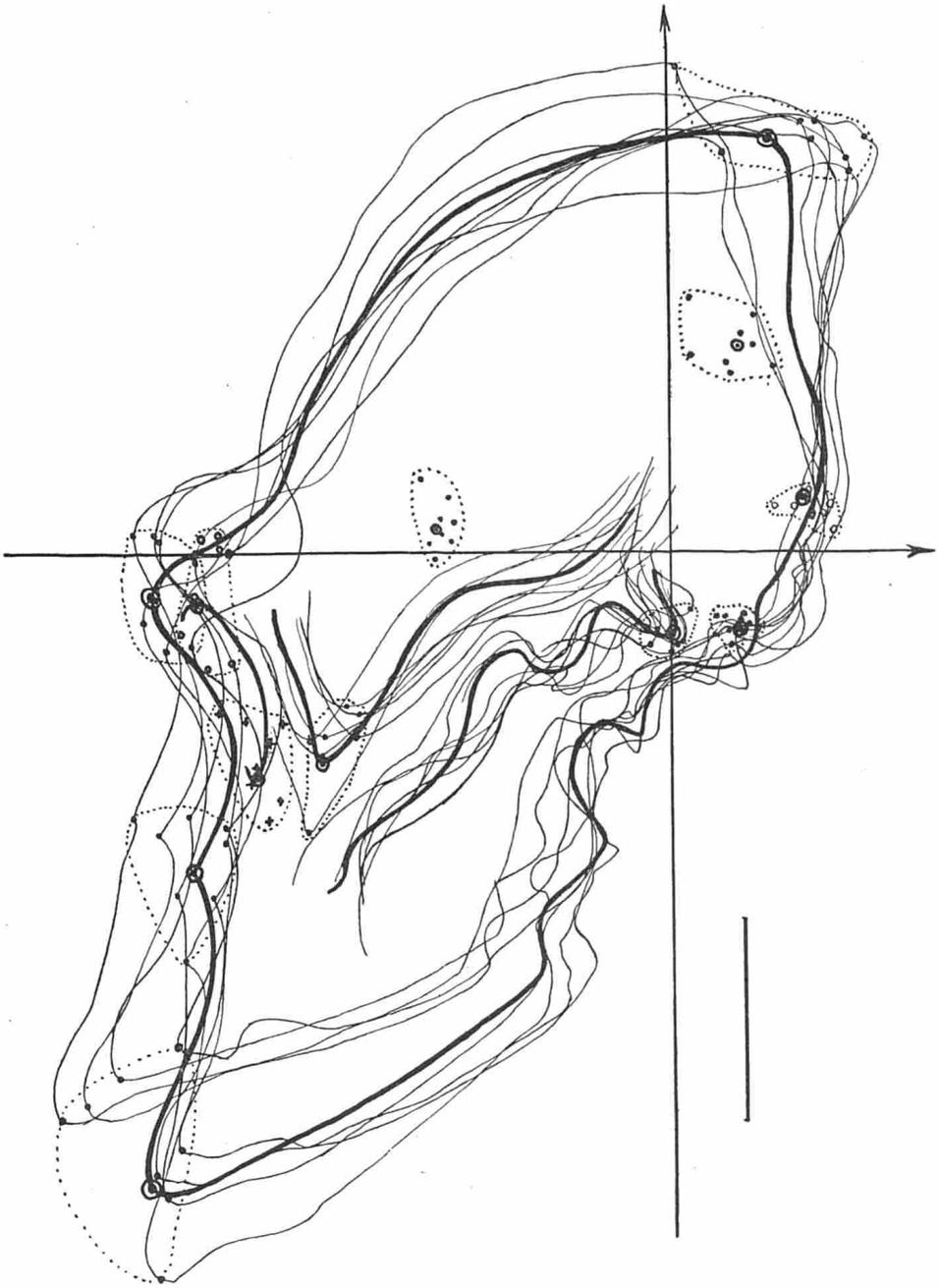
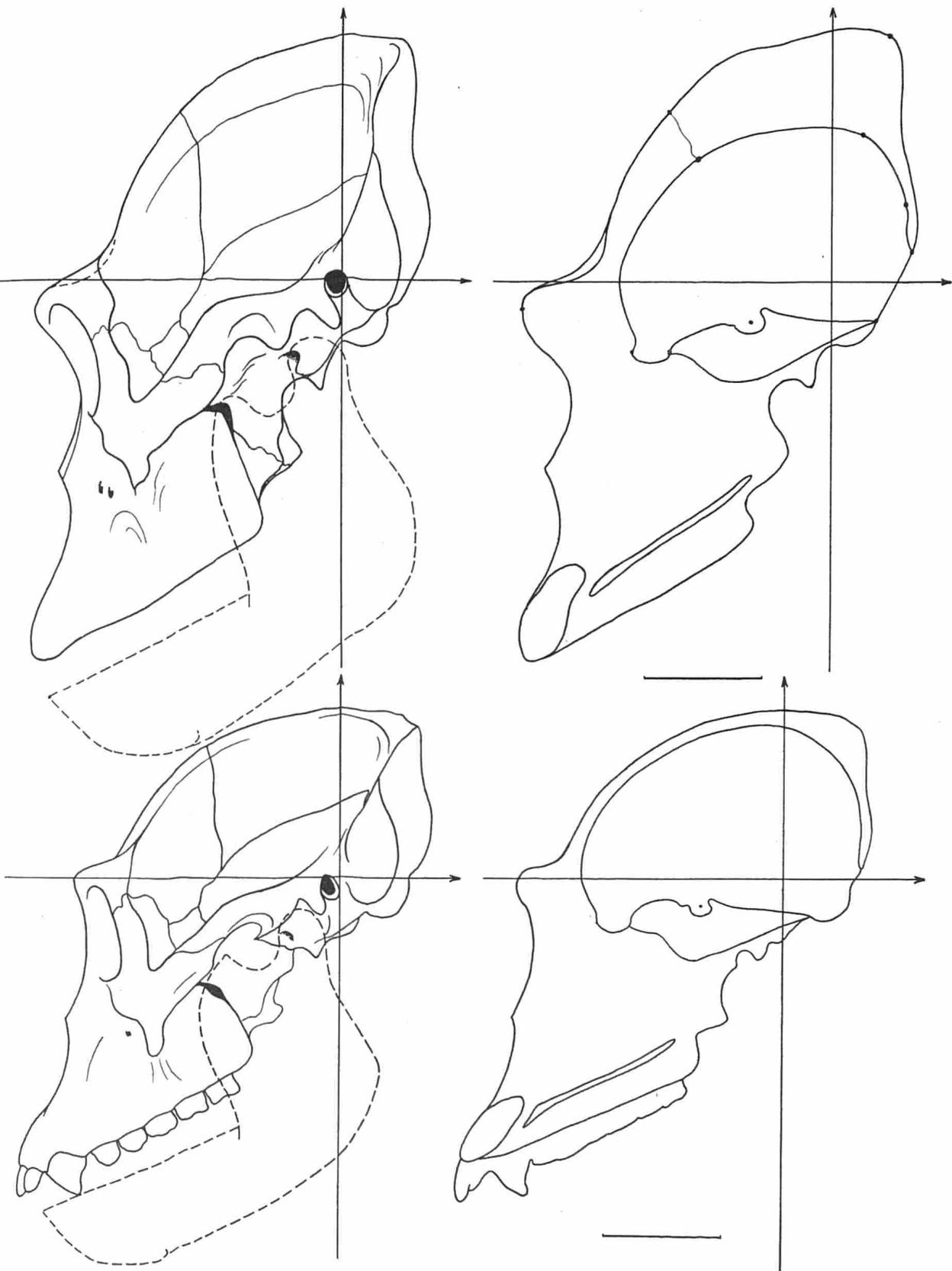


Figure 63.
Détermination du type moyen d'un Gorille adulte mâle.



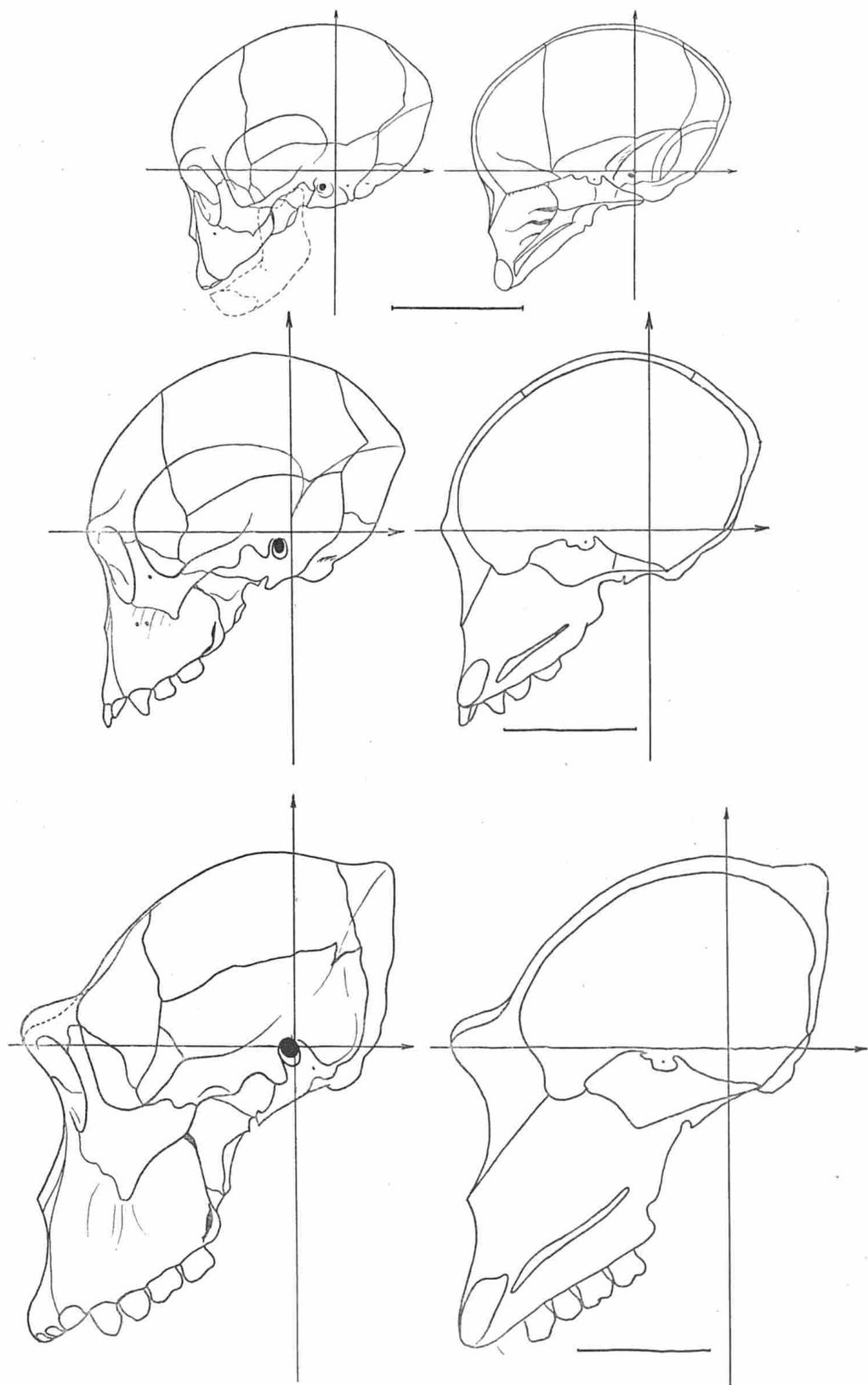
de haut en bas :

Figure 64.

Type moyen d'un Gorille adulte mâle : (Vues interne et externe).

Figure 65.

Type moyen d'un Gorille adulte femelle (Vues interne et externe).



de haut en bas :

Figure 68.

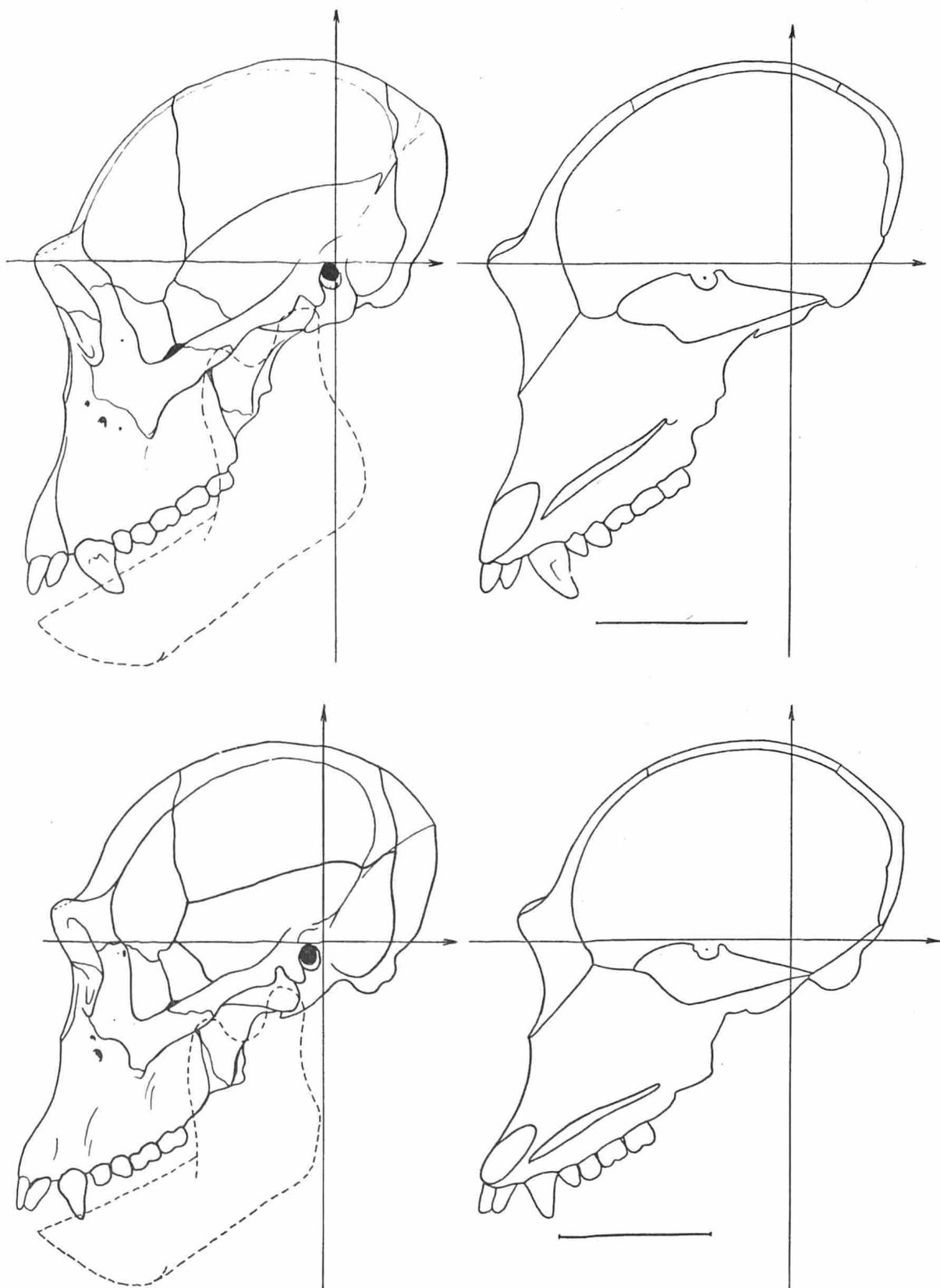
Type moyen d'un Gorille (naissance) (Vues interne et externe).

Figure 67.

Type moyen d'un Gorille jeune (Vues interne et externe).

Figure 66.

Type moyen d'un Gorille adolescent (Vues interne et externe).



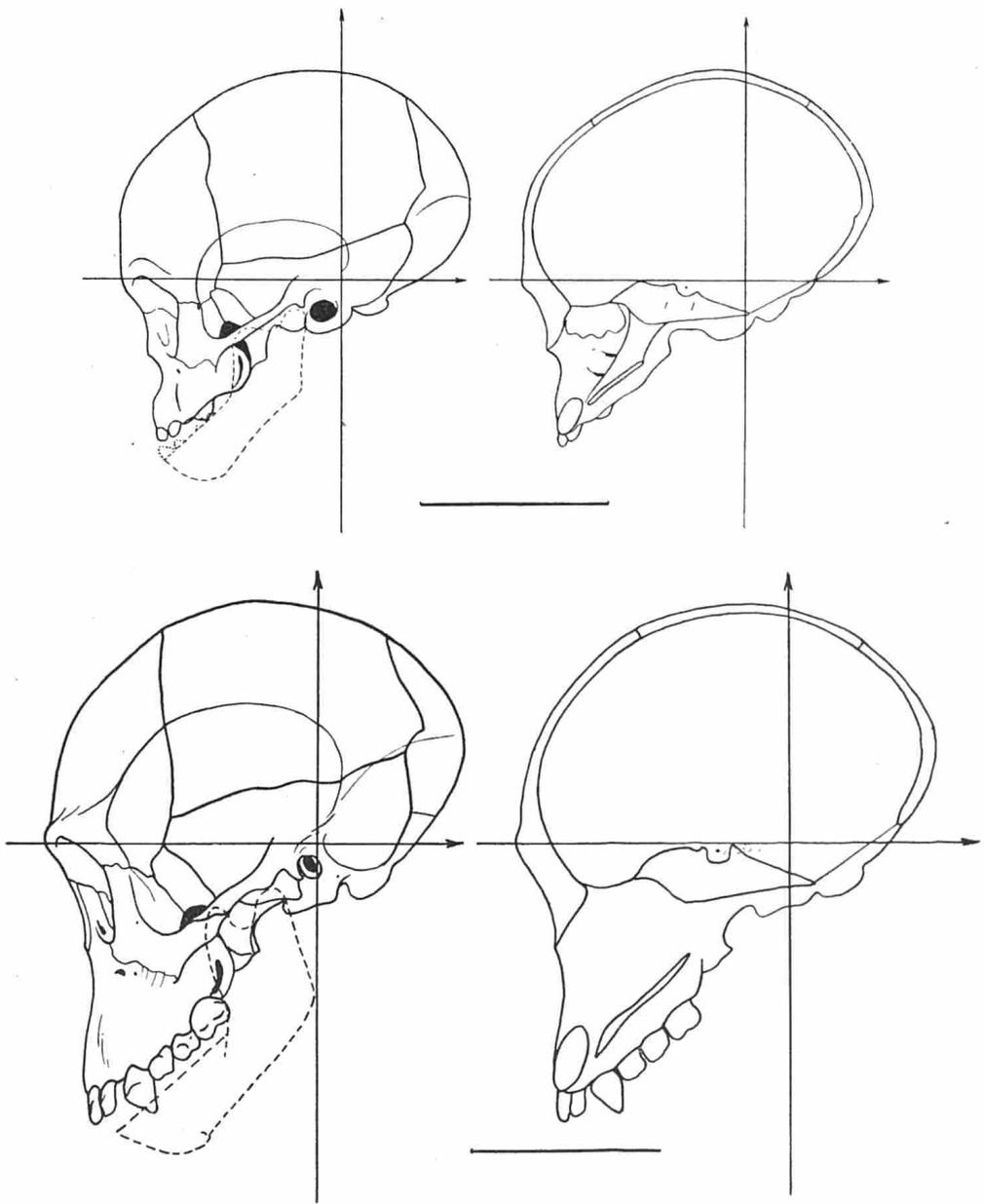
de haut en bas ;

Figure 69.

Type moyen d'un Chimpanzé adulte mâle (Vues interne et externe).

Figure 70.

Type moyen d'un Chimpanzé adulte femelle (Vues interne et externe).



de haut en bas :

Figure 72.

Type moyen d'un Chimpanzé (naissance) (Vues interne et externe).

Figure 71.

Type moyen d'un Chimpanzé jeune (Vues interne et externe).

Il est bien évident que pour le stade le plus jeune du Gorille et du Chimpanzé, il ne s'agit pas d'un type moyen puisque nous n'en possédons qu'un exemplaire de chaque. Pour terminer, nous donnons un craniogramme de Gorille mâle adulte, il ne s'agit plus ici d'un type moyen, mais d'un type réel (n° 109, voir matériel d'étude). Il a été orienté dans les axes vestibulaires, comme indiqué sur la figure 1, et représenté selon 6 norma : supérieur, inférieur, antérieur, postérieur, latéralis et média; méthode avancée par HEUERTZ et corrigée par nous au moyen des plans vestibulaires (fig. 73).

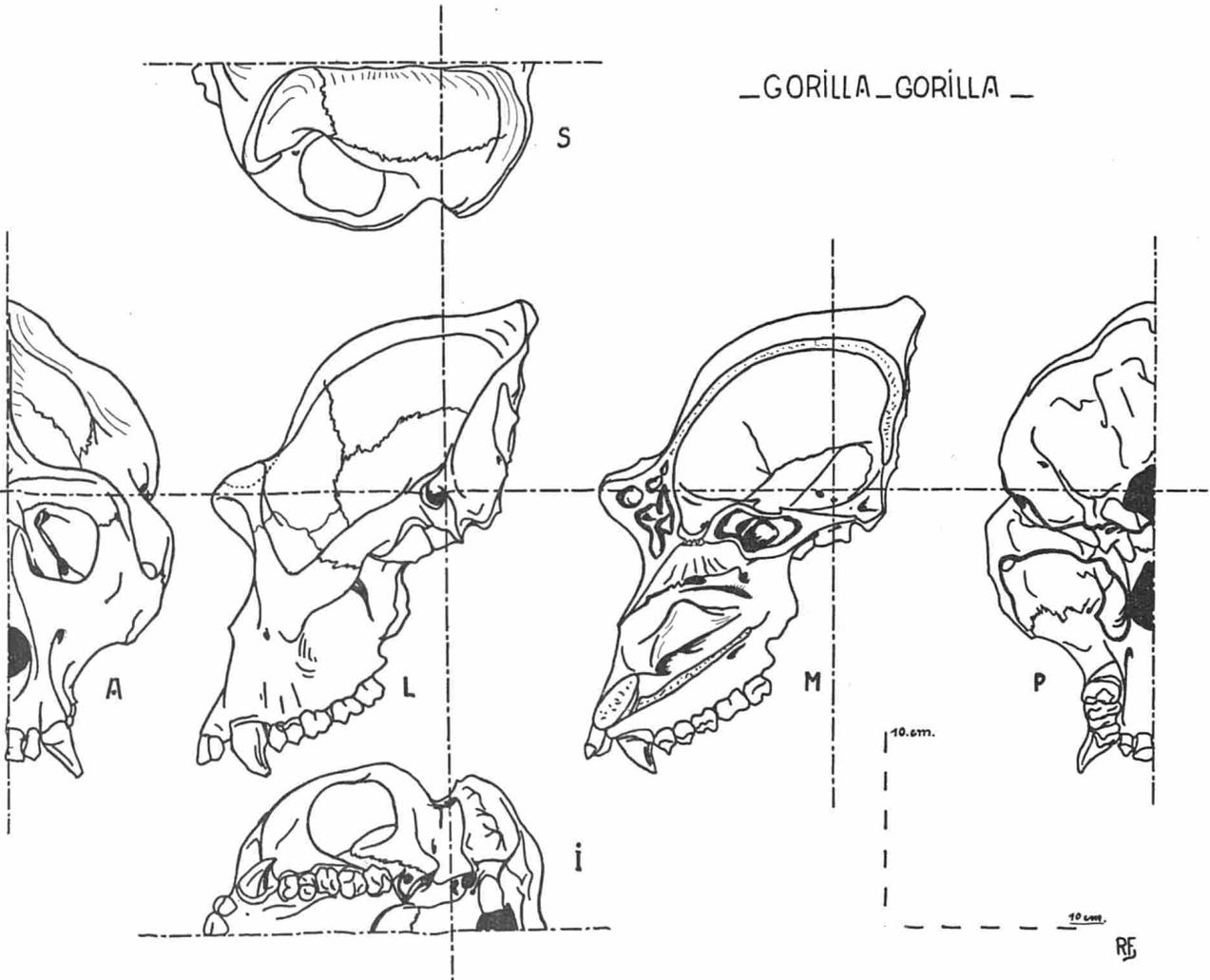


Figure 73.
Craniogramme de Gorille selon les 6 incidences vestibulaires.

CONCLUSIONS

Les recherches sur l'ontogénèse du crâne ont été poursuivies jusqu'à présent chez l'Homme, le Gorille, le Chimpanzé, le Semnopithèque, le Macaque. La méthode utilisée a toujours été la méthode vestibienne. Elle permet de réaliser de véritables diagramme de croissance des crânes de chacune des espèces citées. Ce ne sont pas des suites d'images et de formes sans liens logiques, mais des positions réelles et controlables du crâne entier, de chacune de ses régions et de tous les points particuliers. De tels diagrammes n'avaient jamais pu être réalisés avec une autre méthode.

Des approximations, non raisonnées, sous forme d'anamorphoses ont été présentées par des auteurs comme W. D'ARCY THOMSON, Elles ne peuvent en aucun cas nous livrer les axes, les centres, les sens des mouvements vrais accomplis, dans l'espace, par le crâne au cours de la croissance.

Le fait même de la réalisation facile de ces diagrammes, la constance des résultats plaident en faveur de la méthode employée et, on peut le dire, ils la justifient.

Les diagrammes indiquent non seulement les successions des formes du crâne, mais également les trajets suivis par les différents points craniométriques pendant le développement.

Ils ne correspondent pas à des cheminements artificiels, créés de toutes pièces par la méthode vestibienne, ils montrent les déplacements dans l'espace de ces points. Entre les mains de PAPILLAULT et de MANOUVRIER, l'orientation orbitaire des crânes avait déjà montré le changement d'orientation du Foramen magnum chez le Gorille, mais l'axe même des mouvements était arbitraire ou inconnu.

C'est pourtant autour de l'axe vestibien que le crâne s'organise au cours de la phylogénèse comme ou cours de l'ontogénèse. Ces deux séries de faits confirment la valeur de cet axe.

Arrivé à la fin de cette étude, le lecteur se posera très probablement les deux questions que nous nous sommes nous-mêmes posées.

1°) Pourquoi cette ressemblance des crânes et des cerveaux d'Anthropoïdes et d'Homme au stade foetal ? et 2°) pourquoi cette rotation négative du crâne des Anthropoïdes, en sens inverse de celle du crâne humain ?

A la première question TOPINARD répond d'une façon d'ailleurs un peu obscure ce qui suit :

« Ces deux propositions : les sujets jeunes et les petites espèces ont, d'une manière générale, leur type cranien postérieur plus élevé », sont curieuses. Notre explication est la suivante :

Les degrés observés sont l'expression de la quantité d'influence exercée sur le crâne par le volume du cerveau. Dans les petites espèces, ce volume par rapport à celui du corps et par conséquent celui du crâne, est plus grand que dans les grandes espèces, ainsi que nous l'avons vu. Chez les jeunes sujets, il est plus gros aussi relativement : on sait que la croissance du cerveau est alors considérable, que le crâne n'a plus de résistance en quelque sorte et ne recouvre sa liberté d'acquiescer la forme et le volume qu'exige son type ancestral que peu à peu. Dans les deux cas, donc, l'adaptation du crâne à un certain volume du cerveau est plus avancée, sa transformation est plus voisine de ce qu'elle sera lorsque le cerveau aura relativement grandi davantage encore!...»

L'opinion de TOPINARD quant au « Volume » relatif du cerveau dans les petites espèces paraît soutenable, mais il faut faire les plus expresses réserves quant au conditionnement de la « forme » du crâne par le « volume » du cerveau. Il faut faire intervenir pour expliquer la « forme » du crâne, des facteurs dépendant de la statique du corps animal, variables suivant l'âge et l'espèce.

A la deuxième question, nous devons d'abord faire remarquer le fait, à notre avis, très important de l'ouverture progressive de l'angle sphénoïdal, durant la croissance. Il faudrait que les auteurs s'entendent sur le mécanisme de cette flexion. Pour les uns, le cerveau par sa masse agit et angule la base du crâne. Que diront-ils devant le fait que chez les jeunes Anthropoïdes, la brisure est plus marquée et l'angulation plus nette que chez les adultes. Ne serait-ce pas le cerveau qui, contrairement à ce que l'on écrit, effacerait l'angle de la base par sa masse ?

Nous pensons que l'action du cerveau n'est efficace ni dans un sens ni dans l'autre.

C'est la position du cou de l'Anthropoïde adulte et de l'Homme adulte qui détermine ces changements.

Durant la vie intra-utérine, il y a tout lieu de penser que le fœtus Anthropoïde et Humain portent la tête en position dite « fléchie » (fig. 29); suivant la terminologie des obstétriciens.

Après la naissance la déflexion se produit chez les Anthropoïdes car la colonne cervicale devient progressivement oblique de haut en bas et d'avant en arrière (fig. 29), la rotation de l'arrière-crâne suit le déplacement du foramen entraîné par la colonne cervicale. (La déflexion doit se considérer comme celle de la colonne par rapport au crâne et non l'inverse). Chez l'Homme, au contraire, la colonne cervicale devient à convexité antérieure car la bipédie s'établit, tandis que chez l'Anthropoïde c'est la quadrupédie qui s'affirme après la naissance.

Enfin, autre conclusion : il semble s'affirmer nettement en fin de ce

travail que c'est le Chimpanzé qui, des deux Anthropoïdes est le plus évolué, donc, le plus proche de l'Homme.

On peut fort bien expliciter cette proposition en considérant et en figurant les degrés de rotation positive ou négative des points postérieurs du crâne qui subissent le plus les effets de cette rotation : à savoir les points : basion, opisthion, inion (externe) lambda (externe) et astérion.

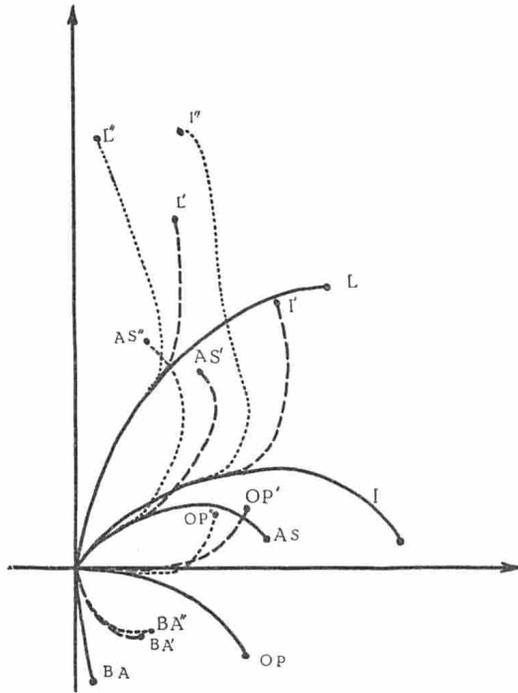


Figure 74.

Projection sur le plan sagittal des trajets orientés, des points de l'arrière-crâne d'un Gorille (pointillés), d'un Chimpanzé (tirets), et d'un Homme (en traits pleins).

Basion: BA, Opisthion: OP, Astérion: AS, Inion: I, Lambda: L (chez l'Homme).

Les mêmes légendes s'appliquent au Chimpanzé avec un « Prime », et au Gorille avec « seconde ».

La figure 74 représente ces faits de façon objective, et l'on peut voir que pour chaque point craniométrique, le cheminement du Chimpanzé est placé dans l'intervalle compris entre les cheminements correspondants du Gorille et de l'Homme. Pour obtenir ces tracés, il a été nécessaire de ramener les crânes (mâles adultes) des 3 individus à une commune mesure. Celle-ci a été la largeur de l'axe vestibien de PEREZ (A. V. Fig. 2) (1).

(1) On peut mesurer avec assez de précision cette largeur en prenant sur la base de l'exocrâne, la largeur comprise entre les bords internes des trous stylo-mastoïdiens, diminuée de deux fois leur diamètre.

GLOSSAIRE DES TERMES EMPLOYÉS DANS LA MÉTHODE VESTIBIENNE

I. — Points craniométriques vestibiens

Acrion. — Voir acro-vestibion.

Nasion interne. — Point situé à la rencontre de la courbe frontale du contour endocranien, prolongé régulièrement vers le bas, avec la direction du crible ethmoïdal. Il se confond presque avec le point criblé antérieur.

Point central vestibien de la tête. — Punctum centrale vestibienis capitis : point virtuel d'origine des coordonnées dans le système d'orientation vestibulaire et d'étude vestibienne, situé à l'intersection des trois plans de coordonnées du crâne, au milieu de l'axe vestibien.

Acro-vestibion. — Point où le plan vertical vestibien coupe le plan sagittal en haut (PÉREZ). Nous proposons de l'appeler plus simplement : *Acrion* : c'est le vertex vestibien.

II. — Lignes vestibiennes

Axe vestibien (fig. 2). — Cardo vestibienis. « L'axe (bi) vestibien endocranien réunit les deux vestibions internes ». (PÉREZ) (1).

Ligne basion-opisthion. — Axe antéro-postérieur du Foramen magnum.

Ligne centro-iniaque. — Du point central de la tête à l'inion.

Ligne centro-endiniaque. — Du point central à l'endinion.

Ligne faciale alvéolo-nasion interne. — Joint le point alvéolaire au point nasion interne.

III. — Plans propres à la méthode vestibulaire

Plans de coordonnées vestibulaires du crâne et de la tête. — Plani ordinationis calvari et capitis. Ces plans, au nombre de trois et perpendiculaires entre eux, servent à situer les crânes dans l'espace.

1°) *Plan vestibulaire horizontal*. — Planum horizontale calvarii; plan déterminé par la direction des canaux semi-circulaires externes ou horizontaux.

(1) PÉREZ, (F.), Bull. et Mém. Soc. Anth. Paris 1922. Craniologie vestibienne, ethnique et zoologique.

2°) *Plan frontal vestibien*. — Planum verticale vestibienne : perpendiculaire au premier passant par l'axe vestibien.

3°) *Plan sagittal médian ou d'épantiomorphie*. — Planum sagittale capitis : plan de symétrie du crâne et de la tête.

A l'aide de ces trois plans de référence, il est possible de situer tous les points de la tête en chiffrant leur distance aux trois plans ci-dessus définis.

Plan foraminien. — Planum foraminis magni. Plan dans lequel est placé le foramen magnum ou trou occipital.

Plan palatin. — Planum palatinum. -: plan déterminé par la direction générale de la partie postérieure de la voûte palatine osseuse. Ce plan est généralement compris entre les deux tables de la voûte palatine. Lorsqu'une protubérance osseuse altère la régularité de la lame osseuse supérieure de la voûte, la direction sera donnée par la lame inférieure.

Plan vestibienno-iniaque. — Passant par l'axe vestibien et l'inion.

Plan vestibienno-endiniaque. — Passant par l'axe vestibien et l'endinion.

IV. — Surfaces utilisées en craniologie vestibulaire

Clivus. — Face endocranienne du basi-occipital et du postsphénoïde depuis le basion jusqu'au troussequin de la selle turcique. (Voir sa représentation par une droite à propos de la base du crâne).

Jugum sphénoïdale. — On donne en Allemagne, depuis HENLE, le nom de jugum sphénoïdale à la portion du sphénoïde qui est limitée en arrière par la lèvre antérieure de la gouttière optique, en avant, par la suture presphéno-ethmoïdale, et à droite, et à gauche, par une ligne réunissant chacune des extrémités de cette suture à la racine supéro-interne de l'aile du sphénoïde antérieur. (Topinard).

V. — Angles

Tous les angles qui seront définis sont vus et mesurés sur l'Hémicrâne gauche.

Angles de l'hiatus, ou angle d'expansion postérieure : pariéto-occipital (fig. 24). — Angles dièdres formés par le plan frontal vestibien et l'un des deux plans vestibienno-iniaques. Lorsque l'Inion et l'Endinion sont situés sur le même rayon, de part et d'autre du diploé de l'occipital, ces deux angles ont une même valeur. Il varie de zéro degré à son départ au vertex, chez les Mammifères inférieurs, jusqu'à 90° et plus à son ouverture maximum vers la nuque chez l'Homme. (DELATTRE). Il est mesuré positivement dans le sens des aiguilles d'une montre, à partir de l'acriion comme origine des angles.

Angle basi-vestibulaire. — Entre la direction générale de la base du crâne - ligne basion-nasion interne - et le plan vestibulaire horizontal (DELATTRE).

Angle palatin. — Compris entre le plan vestibulaire horizontal et le plan palatin (voir fig. 24). Sa moyenne est généralement 30°.

Angle vestibulo-occipital ou foraminien. — Formé par le plan vestibulaire horizontal et le foramen magnum (voir fig. 24). Il se mesure dans le plan médian sagittal, par l'angle que la ligne basion-opisthion forme, avec le plan vestibulaire, vers l'arrière. Une aiguille d'acier passant par les deux points indique la direction foraminienne. Cet angle part de l'horizontale vers l'arrière et augmente sa valeur vers le vertex. Il varie de 0° à 16° chez l'Homme, à 110° chez l'animal. Il est mesuré positivement dans le sens contraire à celui des aiguilles d'une montre, à partir de l'horizontale comme origine.

VI. — Volumes

Hiatus ou diastème pariéto-occipital. — Volume compris dans la cavité crânienne, entre le plan frontal vestibien et le plan vestibienno-iniaque, ou endiniaque. Ce volume peut être comparé à un onglet sphérique, l'axe vestibien étant assimilé au diamètre de la sphère chez l'Homme.

VII. — Mouvements

Rotation ou bascule occipitale. — Mouvement de rotation autour de l'axe vestibien, de l'entonnoir occipital. Il se mesure par la valeur de l'angle foraminien.

Rotation de la base. — Mouvement oscillatoire de la base du crâne, en totalité, autour de l'axe vestibien. Se mesure par l'angle basi-vestibulaire.

Brisure de la base. — Angulation du clivus sphénoïdal sur le « Jugum sphénoïdale ». Se mesure par la valeur de l'angle sphénoïdal.

Montée hypophysaire. — Déplacement en haut et en arrière, de la loge pituitaire au cours de l'évolution phylogénique (Cf. figure 3).

I. — BIBLIOGRAPHIE CHRONOLOGIQUE DES CONNAISSANCES ANCIENNES SUR L'ONTOGENESE DU CRANE DES ANTHROPOIDES

- BROCA (P.). — Sur les projections de la tête et sur un nouveau procédé de céphalométrie. — Bull. Soc. Anth. 1862, pp. 514.
- TOMES CH. et CRUET, L. — Traité d'Anatomie dentaire humaine et comparée. — Doin éd. Paris 1880.
- MANOUVRIER (L.). — Sur les modifications du profil endocranien dans le passage à l'état adulte. — Bull. de la Soc. Anth. de Bordeaux, 1884.
- TOPINARD (P.). — Situation du trou occipital. in : Eléments d'Anthropologie générale. — Paris 1885, pp. 808.
- WIEDERSHEIM (R.). — Der Bau des Menschen. 1893.
- PAPILLAULT (G.). — Etude morphologique de la base du crâne. — Bull. Soc. Anthr. Paris, 7 Jan. 1898. T. 9^e, IV^e série, pp. 336-385.
- ELLIOT (E. G.). — A review of Primates. — Amer. Museum of Natural History. 1912.
- LACOSTE. Th. de Sc. Paris. Mai 1923.
- ANTHONY et VILLEMIN. — Extrait de la Mission Rohan-Chabot. Mammifères. Recherches sur le développement du Papio. 1923.
- ZUCKERMAN (S.). — Growth-Changes in the Skull of the baboon *Papio porcarius*. — Proc. Zool. Soc. of London. 1926.
- SCHULTZ (A. H.). — Growth and development - in The anatomy of the rhesus monkey. — Londres 1933.
- SCHULTZ (A. H.). — Growth and development of the proboscis monkey. — Bul. of the Museum of comp. Zoo. of Harward, coll., Vol. XXXIX. N° 6. 1941.
- SCHULTZ (A. H.). — Notes on the fœtus of an Orang utan. — Rep.-Lab. and Mus. Comp. Path. Zool. Soc. Philadelphia, 1933 d.
- SCHULTZ (A. H.). — Chimpanzee fetuses. — Am. J. Ph. Ant. - V. 18, pp. 61-79, 1933 a.
- FRECHKOP (S.). — Le crâne de l'Homme en tant que crâne de Mammifères. — Institut Royal des Sc. Nat. de Belgique. Bull. T. XXV, N° 23. 1949.

- BJORK (ARNE). — Some biological Aspects of Prognathism and Occlusion of the Teeth. — Acta odontologica Scandinavia. pp. 1-40. March 1950. Vol. IX.
- RAVEN, (H. C.). — The anatomy of the Gorilla. — Oxford Un. press. 1950.
- ASHTON (E. H.) et ZUCKERMAN (S.). — Age changes in the position of the occipital condyles in the Chimpanzee and Gorilla. — Amér. J. of Phys. Anthropology, N° 3, Sept. 1952, pp. 277-288.
- KUMMER (B.). — Untersuchungen über die ontogénétische Entwicklung des menschlichen Schädelbasiswinkels; Zeitschrift. f. Morph. and Anthropol. 1952. Bd XLIII. Heft 3, pp. 331-360.
- OLIVIER (G.), LIBERSA (C.) et FENART (R.). — Le crâne du Semnopithèque. Mammalia. 1955, T. XIX, N° 1.

II. — BIBLIOGRAPHIE VESTIBIENNE (extraits)

- ANTHONY (J.) et SABAN (R.). — Le point central de la rotation occipitale dans la série des Mammifères. — C. R. des S. de l'Ac. des Sc., 19 nov. 1951
- BEAUVIEUX (J.). — Recherches anatomiques sur les canaux semi-circulaires des Vertébrés. — Thèse de Médecine, Bordeaux, 1934.
- DELATTRE (A.). — Du crâne animal au crâne humain. — Masson, 1951.
- Id. — La rotation du temporal. — C. R. de l'Ass. des Ana. (Clermont-Ferrand, 7-9 Avril 1952).
- Id. — L'orientation du crâne: Méthode vestibulaire et Méthode vestibienne. — L'Anthrop, (T. 56, n° 3-4, 1952).
- Id. — Evolution et forme du crâne humain. — Rev. Scientifique Fasc. 4, 90^e année, 1952.
- DELATTRE (A.) et ANTHONY (J.). — Le rôle de l'angle palato-vestibulaire dans l'utilisation de la méthode vestibulaire. — C. R. de l'Ac. des Sc., 10 décembre 1952.
- DELATTRE (A.) et FENART (R.). Repérage radiographique des plans vestibulaires et leur utilisation pour l'étude ontogénique des mâchoires. — Cahiers Odonto-Stomatologiques. Vol. III, n° 4, pp. 17-28.
- Id. — Rotation occipitale positive et négative. — C. R. Ac., 6 sept. 1954.
- Id. — Le crâne acromégale, ses rapports avec la morphogénèse du crâne. — Ann. d'Endocrinologie. T. 15, n° 5, 1955.
- Id. — L'Astérion et la région astérique. — Bull. et Mém. Soc. Anth., T. V, X^e série, 1954.
- Id. — Ontogénèse du crâne humain. Vue générale. — L'Anthropologie. T. 57, N° 5-6, 1953.

- FENART (R.) — Ontogénèse cranio-faciale chez l'Homme. — Revue Scientifique n° 3322. Mars-avril 1953.
- GIRARD (L.). — Le plan des canaux semi-circulaires horizontaux considéré comme plan horizontal de la tête. — Bull. et Mém. Soc. Anthr. de Paris, 7^e s., t. IV, 1923.
- PAYELLEVILLE et FENART. — Emploi de la Tomographie du labyrinthe dans l'orientation du crâne. — J. des S. Méd. de Lille. N° 9. 15 sept. 1953.
- PEREZ (F.). — Craniologie vestibienne, ethnique et zoologique. — Bull. et Mém. Soc. Anthr. de Paris, 7^e série, t. III, 1922.
- SABAN (R.). — Fixité du canal semi-circulaire externe et variations de l'angle thyridien. Mammalia, 7, XVI, n° 2, juin 1952.

De uitgaven van het Koninklijk Museum van Belgisch-Congo zijn te verkrijgen :
In het Koninklijk Museum van Belgisch-Congo, te Tervuren, België ;
Bij de Boekhandel Van Campenhout, IJzeren Kruisstraat 95, Brussel.

On peut obtenir les publications du Musée Royal du Congo Belge :
Au Musée Royal du Congo Belge, Tervuren, Belgique ;
A la Librairie Van Campenhout, 95, rue de la Croix de Fer, Bruxelles.







