

traité de radiodiagnostic

neuroradiologie**
crâne. encéphale
paires crâniennes

14-1

volume premier

pathologie non tumorale
tumeurs : généralités

G. SALAMON, H. FISCHGOLD, J. METZGER
L. PICARD, R. MESSIMY
C. MANELFE, G. GIUDICELLI, E. A. CABANIS



MASSON & CIE

TRAITÉ

DE

RADIO DIAGNOSTIC

SECRETARE GÉNÉRAL : H. FISCHGOLD

SECRETARE ADJOINT : D. DOYON

C. AARON, D. ARON, M. BENDIB, J. BENNET, P. BERNADAC, J. BERNARD
J. M. BIGOT, V. BISMUTH, M. BLÉRY, E. BONNEAU, E. A. CABANIS, J. CARON
C. CARON-POITREAU, P. CERNÉA, E. CHÉRIGIÉ, C. CLAY, M. COULOMB
G. DELORME, R. DJINDJIAN, D. DOYON, G. DULAC, J. DUTREIX, Ph. ENGEL
Cl. FAURÉ, M. FORTIER-BEAULIEU, M. GEINDRE, G. GIUDICELLI
D. GOLDLUST, Ch. GROS, M. HASSAN, P. JOUVE, D. LALLEMAND
J. L. LAMARQUE, M. LAVAL-JEANTET, G. LEDOUX-LEBARD
G. LEMAITRE, C. MANELFE, J. METZGER, J. R. MICHEL, J. P. MONNIER
H. NAHUM, G. PALLARDY, L. PICARD, A. PINET, F. PINET
M. C. PLAINFOSSÉ, D. PROT, A. RAMÉE, J. RÉMY (Lille), A. RESCANIÈRES
G. SALAMON, J. SAUVEGRAIN, J. SIMON, J. TAVERNIER, J. THÉRON
J. TONGIO, R. TRIAL, J. VIGNAUD, A. WACKENHEIM, J. P. WALTER
P. WARTER, F. WEILL

MASSON & C^{ie}, ÉDITEURS

120, Boulevard Saint-Germain - PARIS (VI^e)

1975

TRAITÉ
DE
RADIODIAGNOSTIC

DIVISION DU TRAITÉ

- TOME PREMIER. — L'image radiologique (*paru*).
- TOME II. — Cœur.
- TOME III. — Aorte et vaisseaux périphériques.
- TOME IV. — Appareil pulmonaire et médiastin.
- TOME V. — Œsophage. Région cardio-tubérositaire. Estomac. Duodénum.
- TOME VI. — Abdomen sans préparation. Grêle et côlon.
- TOME VII. — Foie, pancréas et rate (*paru*).
- TOME VIII. — Appareils urinaire et génital masculin. Surrénales (*paru*).
- TOME IX. — Gynécologie et Obstétrique. Sénologie.
- TOME X. — Os. Pathologie générale (*paru*).
- TOME XI. — Articulations. Rhumatologie. Parties molles.
- TOME XII. — Os et Articulations. Pathologie régionale.
- TOME XIII. — Neuroradiologie. 1. *Radio-anatomie. Techniques d'exploration (paru)*.
- TOME XIV, vol. 1 et 2. — Neuroradiologie. 2. *Crâne. Encéphale. Paires crâniennes*.
- TOME XV. — Neuroradiologie. 3. *Canal rachidien. Moelle épinière et racines (paru)*.
- TOME XVI. — Radio-ophtalmologie.
- TOME XVII. — *Vol. 1 : Fosses nasales et cavités accessoires (paru)*.
Vol. 2 : Stomatologie et pathologie maxillo-faciale. Pharynx et larynx (paru).
- TOME XVIII. — Radiopédiatrie : appareil digestif et appareil urinaire (*paru*).
- TOME XIX. — Radiopédiatrie : poumon et cœur.
- TOME XX. — Radiopédiatrie : Système nerveux central et appareil locomoteur.
-

COLLABORATEURS DU TOME XIV

Volume premier

- ALLIEZ (B.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Neurochirurgie, C.H.U. La Timone, Marseille.
 ANCRI (D.), Pr Ag., Service de Biophysique et Médecine Nucléaire, C.H.U. La Pitié, Paris.
 ANDRÉ (J. M.), Chef de Clinique-Assistant, Clinique Médicale B, C.H.U., Nancy.
 ARGÈME (M.), Professeur d'Anatomie, Chirurgien des Hôpitaux, Marseille.
 BABIN (E.), Assistante, Service de Neuroradiologie, C.H.U., Strasbourg.
 BEN AMOR (M.), Assistant des Hôpitaux, Neuroradiologue, Tunis.
 BEN HAMIDA (M.), Professeur EX-Doyen de la Faculté, Chef du Service de Neurologie, Tunis.
 BES (A.), Pr Ag., Médecin des Hôpitaux, Service de Neurologie, C.H.U. Purpan, Toulouse.
 BINNET (D.), Pr Ag., Service de Neuroradiologie, C.H.U., Dijon.
 BONNAL (J.), Professeur de Neurochirurgie, Liège.
 BONNEVILLE (J. F.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Neuroradiologie, C.H.U. La Pitié, Paris.
 BRAUN (J. P.), Chef du Service de Neuroradiologie, C.H.R., Colmar.
 CABANIS (E. A.), Assistant Faculté, Neuroradiologie C.H.U. Pitié, Service Radiologie C.N.O. 15/20, Paris.
 CALABRO (A.), Professeur, Chef du Service de Neuroradiologie, Hôpital Cardarelli, Naples.
 COLLOMB (H.), Professeur, Chef du Service de Psychiatrie, C.H.U., Dakar.
 DEBAENE (A.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Neuroradiologie, C.H.U. La Timone, Marseille.
 DELMAS (A.), Professeur d'Anatomie à la Faculté, Membre de l'Académie de Médecine, Paris.
 DENIZET (D.), Pr Ag., Service de Neuroradiologie, C.H.U., Caen.
 DJINDJIAN (R.), Professeur, Département de Neuroradiologie, C.H.U. Lariboisière, Paris.
 DOYON (D.), Pr Ag., Radiol. Hôpitaux de Paris, Chef du Service de Radiologie, Hôpital Bicêtre.
 DUFOUR (M.), Pr Ag., Radiol. Hôpitaux de Marseille, Chef du Service de Neuroradiologie, Aix.
 DUMAS (M.), Pr Ag., Chef du Service de Neurologie, C.H.U., Dakar.
 ENGEL (P.), Attaché de Neuroradiologie, La Pitié, Paris et Orléans.
 ERNEST (C.), Attaché de Neuroradiologie, C.H.U. La Pitié, Paris.
 ESPAGNO (J.), Professeur, Chef du Service de Neurochirurgie, C.H.U. Purpan, Toulouse.
 FARISSE (A.), Professeur d'Anatomie, Chirurgien des Hôpitaux, Marseille.
 FAURE (J.), Neuroradiologue du Centre de l'Epilepsie Saint-Paul, Marseille.
 FISCHGOLD (H.), Professeur Honoraire de Radiologie, Paris.
 FRÈREBEAU (P.), Pr Ag., Neurochirurgien des Hôpitaux, Montpellier.
 GASTAUT (J. L.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Neurologie, C.H.U. La Timone, Marseille.
 GÉRAUD (G.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Neurologie, C.H.U. Purpan, Toulouse.
 GIUDICELLI (G.), Pr Ag., Radiologie des Hôpitaux, C.H.U., Nantes.
 GHOSS (M.), M.D., M.R.C.P., Neurologue Consultant, Service de Neurologie, The National Hospital, Londres.
 GUÉRINEL (G.), Professeur d'Anatomie, Chirurgien des Hôpitaux, Marseille.
 GUIRAUD (B.), Pr Ag., Médecin des Hôpitaux, Service de Neurologie, C.H.U. Purpan, Toulouse.
 GUY (G.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Neurochirurgie, C.H.U. Pontchaillou, Rennes.
 HACKER (H.), Professeur, Chef du Service de Neuroradiologie, Goethe-Universität Klinikum, Francfort.
 ITTI (R.), Chef de Travaux-Assistant, Service de Biophysique et Médecine Nucléaire, C.H.U., Tours.
 LAFAYE (C.), Chef de Clinique-Assistante, Centre Anticancéreux Jean-Perrin, C.H.U., Clermont-Ferrand.
 LEGRÉ (J.), Professeur de Radiologie, Chef de Service de Neuroradiologie, C.H.U., La Timone, Marseille.
 MANELFE (C.), Pr Ag., Service de Neuroradiologie, C.H.U. Purpan, Toulouse.
 MASINGUE (M.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Neurologie, Nancy.
 MESSIMY (R.), Neurologue, ex-Chef de Clinique-Assistant, Service de Neurochirurgie, C.H.U. La Pitié, Paris.
 METZGER (J.), Professeur, Chef du Service de Neuroradiologie, C.H.U. La Pitié, Paris.
 PECKER (J.), Professeur, Chef du Service de Neurochirurgie, C.H.U. Pontchaillou, Rennes.
 PÉLISSIER (J. F.), Chef de Travaux - Assistant, Laboratoire de Neuropathologie de la Faculté, Marseille.
 PICARD (L.), Pr Ag., Chef du Service de Neuroradiologie, C.H.U., Nancy.
 PLAGNE (R.), Pr Ag., Chef de Service du Centre Anticancéreux Jean-Perrin, C.H.U. Clermont-Ferrand.
 PLANIOL (T.), Professeur, Chef du Service de Biophysique et Médecine Nucléaire, C.H.U. Bretonneau, Tours.
 RAKOTOBE (A.), Assistant de la Clinique Neurochirurgicale, C.H.U., Marseille.
 RAMÉE (A.), Pr Ag., Chef du Service de Radiologie, Hôtel-Dieu, Rennes.
 RASCOL (A.), Professeur, Médecin des Hôpitaux, Service de Neurologie, C.H.U. Purpan, Toulouse.
 RAYBAUD (C.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Radiologie, C.H.U. La Timone, Marseille.
 SACHS (M.), Chef de Clinique-Assistant, Service de Neurochirurgie, C.H.U. Enfants Malades, Paris.
 SALAMON (G.), Professeur, Neuroradiologue, Chef de Service de Radiologie, C.H.U. La Timone, Marseille.
 SIMON (J.), Professeur, Chef du Service de Radiologie, C.H.U. Pontchaillou, Rennes.
 TOGA (M.), Professeur, Laboratoire de Neuropathologie de la Faculté, Marseille.
 VLAHOVITCH (B.), Professeur, Chef du Service de Neurochirurgie, C.H.U., Montpellier.
 WACKENHEIM (A.), Professeur, Chef du Service de Neuroradiologie, C.H.U., Strasbourg.
 WEILL (F.), Professeur, Chef du Service de Radiologie, C.H.U., Besançon.

TRAITÉ
DE
RADIOLOGIE

TOME XIV

NEURORADIOLOGIE

G. SALAMON, H. FISCHGOLD, J. METZGER

2

CRANE.
ENCÉPHALE. PAIRES CRANIENNES

VOLUME PREMIER

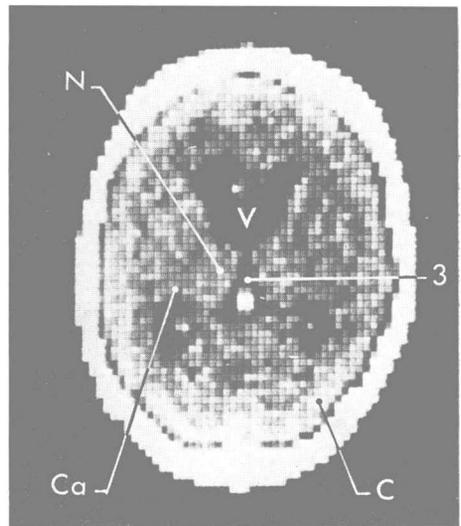
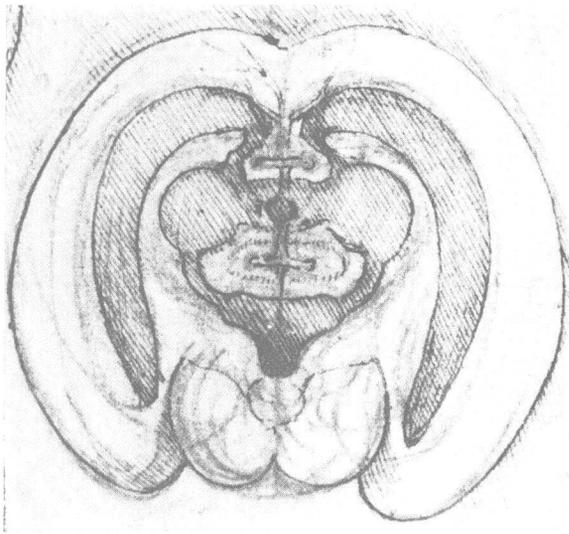
PATHOLOGIE NON TUMORALE.
TUMEURS : GÉNÉRALITÉS

par

L. PICARD, R. MESSIMY
C. MANELFE, G. GIUDICELLI
E. A. CABANIS

MASSON & C^{ie}, PARIS

1975



- Alors qu'il peint la Joconde (1505), Léonard de Vinci (1452-1519) s'adonne à l'anatomie : moulage à la cire des ventricules du bœuf; on voit sur son dessin : les ventricules latéraux, le 3^e ventricule et le cervelet.
- Ce n'est qu'en 1918 que W. Dandy, crée la pneumo-ventriculographie, en injectant de l'air directement dans les ventricules de l'homme; ou par voie rachidienne.
- En 1972, J. Ambrose montre, à l'Institut Britannique de Radiologie, les premières images ventriculaires obtenues chez l'homme, sans substances de contraste, réalisées avec l'Emi-Scanner inventé par G. N. Hounsfield. En noir, les ventricules latéraux (V) et le 3^e ventricule (3); en blanc l'épiphyse.
Des deux côtés du 3^e ventricule, les noyaux de la base (N); le cortex apparaît en blanc (C), la substance blanche en gris.
La capsule interne, plus noire (Ca), sépare le thalamus et le noyau caudé du noyau lenticulaire.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© Masson et C^{ie}, Paris, 1975.
Library of Congress Catalog Card number : 76-361179.
I.S.B.N. : 2-225-42042-4.

Imprimé en France.

INTRODUCTION

AU TOME XIV (Volume Premier)

LES SCIENCES NEUROLOGIQUES se sont rassemblées, depuis les années 1960, en une véritable unité. Cette unité se retrouve dans l'organisation de certains Congrès; dans l'existence de laboratoires de recherches subventionnés, en France par l'I.N.S.E.R.M., aux Etats-Unis par le N.I.H.; dans l'édition de certains périodiques enfin, ou le groupement de Sociétés comme celles de la Fédération Neurologique Internationale.

Il y a à peine 120 ans, le cerveau était l'un des organes les moins connus; et pourtant, dès la seconde guerre mondiale, la connaissance de ses mécanismes guidait von NEUMANN dans la construction des premiers ordinateurs.

En 1840, James HOPE pouvait écrire des affections du cerveau :

« Elles sont plus obscures en ce moment (1840) que toute autre catégorie nosologique. »

« Certes, 20 ans plus tôt, en était-il de même pour les maladies pulmonaires ou cardiaques. Mais que de progrès depuis : la percussion et l'auscultation ont enrichi par l'existence de signes physiques majeurs la séméiologie de ces maladies, alors qu'il est à craindre qu'on ne trouve jamais ceux qui seraient applicables au cerveau. »

Il aura fallu 50 ans pour que la découverte de RÖNTGEN contredise le pessimisme de HOPE; mais seulement une décennie de plus pour que HELMHOLTZ découvre l'ophthalmoscope.

Dès 1900, la neurophysiologie, la biophysique, la radiologie prenaient l'essor qui devait amener au développement de l'électroencéphalogramme, des ultra-sons, de la thermographie, des radioisotopes ou de la neuroradiologie.

Le développement de nos connaissances comporte deux périodes très différentes.

Une première période anatomo-clinique animée par CHARCOT et ses élèves, DÉJÉRINE, Charles FOIX, confronte la séméiologie des malades aux lésions cérébrales, jette les bases d'une anatomie fonctionnelle et décrit les grands traits de la vascularisation cérébrale.

Suit une deuxième période, dont le développement explosif est particulièrement lié à la technologie; le développement considérable des techniques va multiplier pour le système nerveux les compétences clinique ou biologique de ceux qui l'étudient :

— le microscope électronique ou à contraste de phase va développer la neuro-anatomie et l'histologie du système nerveux;

— les techniques de microdissection, de microponction du neurone vont faire mieux comprendre la transmission des influx ou l'activité cellulaire;

— les progrès de la biochimie et de l'enzymologie vont éclairer de façon inédite le métabolisme cérébral, les aspects complexes de la sécrétion, de la circulation ou de la résorption du liquide céphalo-rachidien;

— d'autres techniques associant isotopes et informatique ont permis d'étudier des variations très minimes du débit cérébral en relation avec un mouvement, une sensation et même l'évocation d'une idée;

— enfin, la paléontologie permet d'imaginer le volume du cerveau et le réseau vasculaire méningé de l'homme de la préhistoire, par l'examen de fragments osseux de son crâne.

Cet ensemble de recherches que l'on peut grouper sous le terme de « compétences *non cliniques* » parce que moins indispensables au radiologiste, ont enrichi sa compréhension du cerveau et de ses fonctions.

Plus proche de lui se situent les « compétences *para-cliniques* » : la neuropathologie, l'emploi de radioisotopes, l'usage de l'électroencéphalogramme donnent à chaque instant un faisceau de renseignements qui peuvent interférer de façon très enrichissante avec l'activité du radiologue.

Comment comprendre l'intérêt d'un examen millimétrique de la selle turcique à la recherche des micro-adénomes, sans connaître sinon leur image histologique, du moins l'image macroscopique de leur coupe ?

Comment comprendre et conduire l'exploration d'un épileptique sans corrélations, non seulement avec la Clinique, mais aussi avec l'électroencéphalogramme de repos, après activation, sous sommeil et dans certains cas recueilli en profondeur par stéréocéphalographie ?

Comment conduire la recherche de métastases multiples sans interférer avec l'équipe de ceux qui en détectent l'image par une gamma-caméra après injection d'isotopes et avec les cancérologues qui nous apprennent les voies d'essaimage des cancers ?

On pourrait ainsi multiplier les exemples pour d'autres techniques comme les ultra-sons A ou B, ou la thermographie. Et il n'est plus nécessaire de projeter l'avenir, pour préparer avec l'informaticien les bases d'un diagnostic « automatisé » ou le stockage numérique de nos informations.

Avec les cliniciens, la radiologie du système nerveux trouve évidemment ses relations privilégiées. Autrefois, le neurochirurgien presque exclusivement, mais très vite, depuis, le neurologue, l'ophtalmologiste, l'O.R.L., l'endocrinologiste, le neuropédiatre, le généticien, le médecin légiste interfèrent avec le neuroradiologue.

Sans connaître plus que les grandes lignes de ces spécialités, le radiologue doit comprendre le problème qui lui est posé, s'il veut sinon le résoudre du moins participer à l'acte diagnostique. Il doit, en entreprenant des examens d'une technicité souvent complexe, comprendre aussi la motivation de ceux qui l'entourent en anesthésie ou en réanimation.

Enfin nos filières universitaires, comme celles de la plupart des pays du monde, nos appareillage, leur technologie, imposent à la radiologie du système nerveux une intégration fréquente dans la radiologie générale, avec la physique des rayons X, l'informatique et l'électronique.

La radiologie générale permet de rechercher la métastase cérébrale des cancers du poumon, ou celles, squelettiques, d'une néoformation thyroïdienne étudiée en angiographie sélective.

La physique des rayons X nous confronte au problème de la radioprotection si important au cours des cathétérismes par exemple.

L'informatique, l'émission des rayons X nous permettent de comprendre, de nous interroger et surtout de nous émerveiller devant l'immense intérêt de l'« Emi-Scanner ».

L'invention de HOUNSFIELD bouleverse déjà nos conceptions de l'approche neuroradiologique des maladies du système nerveux.

Si GUILLAUME le Conquérant avait, sans doute, importé en Angleterre, il y a près de mille ans, le vieux mot français de « scander », le « scanning » nous revient d'outre-manche sous une forme qui remet en cause nos conceptions de l'image radiologique et de sa formation.

Que l'on scande, que l'on scanne, ou que l'on utilise un appareil de scanning, on cherche à mesurer, à analyser de façon nouvelle l'absorption des tissus par les rayons X, telle que nous la connaissons depuis les travaux fondamentaux de RÖNTGEN.

On sait, depuis RÖNTGEN, que l'image radiologique est liée à des différences d'absorp-

tion : l'os absorbe plus de photons que le muscle, le cœur rempli de sang plus que le tissu aérique pulmonaire, et ainsi peut-on comprendre la formation de l'image d'un thorax standard. La plupart de nos progrès en radiologie tiennent d'ailleurs à l'introduction de produits de contraste, qui modifient l'absorption d'un viscère creux (baryte) ou d'un vaisseau (iode).

Le génie de MONIZ, celui de SICARD, ou celui de DANDY, n'est-il pas en partie d'avoir, au niveau du cerveau ou de la moelle, pressenti l'intérêt de l'opacification de leurs vaisseaux ou de leurs cavités par l'iode ou par l'air ?

Lorsque ces indicateurs contrastés ne sont pas utilisés, les différences d'absorption sont faibles.

Si la cotation de l'absorption de l'eau était affectée d'un coefficient 0, celui qui correspondrait au tissu cérébral, ou aux ventricules varierait de 4 à 8 : c'est le gris sans contraste de l'intérieur d'une tomographie du crâne.

La découverte toute récente de Godefrey Newbold HOUNSFIELD (1969) bouleverse ces notions. L'emploi d'une tomographie utilisant un rayonnement punctiforme, effaçant l'opacité du crâne et supprimant le rayonnement diffusé, irradie le cerveau successivement, par petits cylindres de $3 \times 3 \times 13$ mm.

L'absorption de ces cylindres recueillie non par l'intermédiaire d'un film, mais sur des cristaux d'iodure de sodium, et calculé sur un ordinateur, permet de différencier au niveau du cerveau la substance grise, la substance blanche, et ces derniers du liquide encéphalo-rachidien des ventricules.

Les coefficients classiques d'absorption connus depuis 70 ans sont multipliés par 5.

D'amples différences apparaissent ainsi : liquide céphalo-rachidien = 0, cortex = 12, substance blanche = 18, crâne osseux, calcifications = 500.

Les images recueillies par AMBROSE, à l'Atkinson Morley's Hospital de Londres, créaient sinon une Anatomie nouvelle, du moins une nouvelle transcription de l'Anatomie cérébrale et *reconstruction inédite des formes radiologiques*.

Ces images font déjà l'objet de revues générales dont celle d'AMBROSE parue en avril 1974, revue dont nous allons « scander » quelques résultats marquants :

J. AMBROSE différencie des lésions d'absorption inférieure, égale ou supérieure à celles du cerveau sain.

Les lésions d'absorption inférieure sont constituées par l'œdème et le ramollissement.

Les lésions d'absorption supérieure correspondent à des hémorragies ou des tumeurs, avec des variations provenant de leur constitution histologique ou de leur évolution dans le temps.

Les lésions dont l'absorption est égale à celle du cerveau sont invisibles sur le scan, mais déterminent des modifications ventriculaires.

Dans la statistique d'AMBROSE :

66 hémorragies sur le matériel de 650 malades donnaient 66 scan's positifs;

72 enregistrements positifs furent recueillis sur 99 traumatismes;

38 enregistrements significatifs, chez 55 malades présentant une occlusion artérielle, évoquaient évidemment un ramollissement;

41 malades présentant une atrophie cérébrale avaient tous des images de dilatation ventriculaire.

J. AMBROSE signale seulement 4 cas négatifs sur un matériel de 145 tumeurs supratentorielles, 5 cas négatifs sur 29 tumeurs sous-tentorielles (mais les 11 neurinomes du VIII avaient tous une image positive).

Les images les plus caractéristiques d'AMBROSE, de NEW et TAVERAS, BACKER et d'autres auteurs se retrouveront dans un grand nombre de chapitres de ce tome XIV.

Un chapitre terminal sera consacré au Scanner dans le fascicule 2 de ce tome.

Les images obtenues de l'EMI-Scanner par AMBROSE se laissent encore améliorer par l'utilisation de produits iodés intraveineux qui agissent comme un véritable révélateur.

La découverte de HOUNSFIELD nous paraît constituer un des progrès majeurs du radiodiagnostic, qui devient plus précoce et plus rapide tout en se rapprochant beaucoup de l'étiologie ou de l'anatomie pathologique; sans oublier sa parfaite innocuité. Ses relations avec les autres explorations instrumentales constituent actuellement un domaine de recherche essentiel.

*
**

La Neuroradiologie apparaît à l'heure actuelle comme une discipline majeure des sciences neurologiques, pratiquée par des radiologistes très (peut-être trop) spécialisés.

Deux volumes sont consacrés dans le cadre de ce traité à l'exploration des affections du cerveau.

— *Les calcifications intracrâniennes, les phacomatoses, les malformations congénitales du cerveau et de ses enveloppes* bénéficient surtout des examens standard de grande qualité et de la tomographie millimétrique sans artefacts de balayage.

Le scan permet de déceler les calcifications au tout début.

On connaît mieux le cadre nosologique des embryopathies (rubéole de la femme enceinte au troisième mois), des aberrations chromosomiques (mongolisme, chromosome 21 surnuméraire), des maladies génétiques ou des erreurs de métabolisme comme la phénylcétonurie.

Le bilan de ces malformations trouvera sa justification dans la prévention de ces maladies (consultation de génétique) ou leur correction thérapeutique, qu'elle soit médicale ou parfois chirurgicale (correction de l'hypertélorisme). Mais les investigations neuroradiologiques, dans ce domaine, se font attendre.

— *Les maladies vasculaires du cerveau* ont été complètement renouvelées par la mesure du débit cérébral, les recherches du métabolisme cérébral et l'emploi récent du Scanner.

Les démences séniles et le cerveau âgé se laissent aborder par l'étude numérique du débit global, de celui du cortex gris ou de l'axe blanc.

Ces chiffres permettent de mieux interpréter ou quantifier l'action thérapeutique.

Si la matrice nouvelle (à 160 points) du scan, l'étude de l'effet Doppler, ouvrent d'intéressantes perspectives thérapeutiques, seule l'angiographie avec une étude soignée du temps artériel ou veineux permet de diagnostiquer une affection vasculaire localisée (hémorragie, anévrisme, angiome, obstruction vasculaire).

L'angiographie permet souvent de discuter le mécanisme d'un accident vasculaire (athérome, sténose, occlusion, embolie).

Pour la chirurgie de certaines malformations vasculaires et tout particulièrement des anévrysmes, la chirurgie sous microscope impose à l'exploration radiologique de nouvelles exigences.

Ainsi trouvent leur place les techniques d'agrandissement ou d'angiotomographie. Le cathétérisme hypersélectif, les substances de contraste ont fait d'immenses progrès, mais paradoxalement ont peu modifié le pourcentage d'accidents de l'angiographie dont il faut tenir toujours compte dans l'évaluation des risques d'un bilan artériographique.

L'embolisation ouvre de belles perspectives dans le traitement des angiomes du territoire extra-crânien, dans celui de certaines tumeurs vascularisées par la carotide externe.

L'embolisation pré-opératoire des méningiomes complète le bilan artériographique.

Déjà l'expérience de SERBINENKO à Moscou nous montre que le traitement des anévrysmes intracrâniens, le colmatage d'une fistule carotido-caverneuse, au niveau du versant veineux, l'occlusion des pédicules d'un angiome intracrânien — et cela même dans le territoire vertébro-basilaire — feront partie très vite de l'acte angiographique.

Sans oublier la revascularisation cérébrale de DONAGHY et YASARGIL, inaugurée en 1967, grâce à la micro-angio-neurochirurgie, et pratiquée en France par l'Ecole de Lyon : anastomose entre la temporale superficielle (branche de la carotide externe) et une

artère temporale (branche de la carotide interne). On peut ainsi constater que le scan remet en discussion la ventriculographie, mais non l'angiographie.

— *La pathologie sus et sous-tentorielle est traitée à la fois dans les fascicules 1 et 2 du tome XIV* : généralités dans le présent volume, données topographiques, anatomopathologie et imagerie neuroradiologique spécifique des tumeurs dans le suivant.

L'élaboration de ces deux tomes, dont la complexité a nécessité plusieurs années de préparation, n'a pu évidemment tenir compte du scan aux rayons X. Pour cet examen, comme l'écrivent PAXTON et AMBROSE, sa place devra se situer aux côtés de l'examen standard du crâne et de la scintigraphie. Nous attendons les développements en cours : l'exploration de routine des tumeurs cérébrales, envisagée dans ces deux tomes, comporte en général systématiquement un électroencéphalogramme (auquel il n'y a aucune raison de renoncer), un examen radiographique standard du crâne, un examen radio-isotopique, une artériographie complétée par la soustraction et une encéphalographie fractionnée avec tomographie.

Le problème posé au radiologiste était toujours celui de savoir s'il existe ou non un processus expansif. Plus récemment, d'autres questions se posent : quel est son volume ? quels sont ses pédicules vasculaires ? quelles sont ses relations avec les noyaux gris centraux ? sa topographie par rapport à certaines zones fonctionnelles (zones du langage, aire motrice) ? quelle voie d'abord convient mieux à leur exérèse, compte tenu de ces données ?

Deux problèmes caractérisent l'orientation des années prochaines :

- le diagnostic des tumeurs de petite taille à leur début,
- l'infiltration ou l'envahissement d'un processus expansif.

A cet égard, l'expérience des neurochirurgiens en stéréotaxie, celle de la stéréo-encéphalographie, ouvrent d'intéressantes perspectives. Il faut évidemment comprendre l'intérêt du diagnostic précoce comme le gage d'une exérèse chirurgicale sans séquelles. On pourrait prendre pour exemple celui des méningiomes, de certaines tumeurs hypophysaires ou d'autres tumeurs bénignes.

Le praticien doit penser à un méningiome devant une épilepsie d'allure focale, ou l'existence d'une bosse crânienne. L'exploration radioisotopique, l'angiographie recherchant des pédicules nourriciers méningés doivent permettre un diagnostic précoce et faciliter l'intervention chirurgicale, au besoin précédée d'une embolisation.

L'aspect pratiquement normal de la selle turcique, l'absence de signes ophtalmologiques ne doivent plus faire rejeter le diagnostic d'adénomes, surtout si la clinique (aménorrhée, galactorrhée) et les dosages radio-immunologiques impliquent une dysfonction hypophysaire.

Des tomographies millimétriques de la selle turcique, la tomographie hypocycloïde de l'encéphalographe montrent la fréquence d'adénomes microscopiques dont l'exérèse par voie nasale permet la correction du trouble clinique tout en préservant les fonctions du tissu hypophysaire refoulé mais sain. Les travaux de l'École de Montréal montrent déjà que l'indication opératoire est parfois posée en l'absence même de troubles endocriniens, au seul stade biologique.

*

**

Les tumeurs de la fosse postérieure sont celles dont le diagnostic radiologique, compte tenu de la gravité du malade, pose le plus de problèmes.

Tout est récemment remis en cause :

- par l'existence et la connaissance de signes osseux discrets de neurinomes intracanaux ;
- par l'emploi de l'examen opaque du conduit auditif interne avec un produit de contraste qui permet de rechercher un minuscule neurinome du VIII au stade de la seule surdité ;

- par l'utilisation dans l'exploration des citernes d'un produit iodé résorbable comme le métrizoate;
- par la connaissance des pédicules méningés de la fosse postérieure que l'on sait maintenant opacifier sélectivement;
- par l'analyse fine des récessus du IV^e ventricule opacifié par l'air ou par ventriculographie opaque sélective;
- par la connaissance beaucoup plus approfondie des artères de la fosse postérieure et de leur fréquente asymétrie;
- par la sémiologie tirée du déplacement des veines de la fosse postérieure;
- enfin, par les perspectives nouvelles qu'offre l'image du IV^e ventricule déformé ou déplacé, qu'analyse bien le scan aux rayons X. (Chez l'enfant par exemple l'emploi de l'EMI-Scanner apparaît comme devant modifier considérablement l'approche de la pathologie tumorale sous-tentorielle.)

*
**

Ainsi, ces deux volumes constitueront-ils matière à réflexion pour le neuroradiologue, promu PIC DE LA MIRANDOLE dans l'exploration physique du système nerveux, mais aussi pour le neurologue, le neurochirurgien, l'endocrinologiste, le pédiatre, le généticien et le radiologiste général et le médecin légiste.

Tout au long des articles de ces volumes, ont été constamment associés dans leur rédaction neurologues, neurochirurgiens et neuroradiologistes.

Ils doivent ensemble formuler les indications et la sémiologie d'une discipline dont on ne saurait segmenter les acquisitions au fil du rasoir.

L'isolement du neuroradiologue, de ses collègues neurologues ou neurochirurgiens serait à notre sens très préjudiciable à l'épanouissement de nos connaissances dans l'exploration du système nerveux.

Mais tout aussi préjudiciable serait la coupure de la neuroradiologie de la radiologie générale qui nous fait bénéficier de ses structures, de ses cadres, de ses progrès technologiques.

*
**

Notre attention reste sans cesse attirée par le médecin ou le radiologiste généraliste qui voient toujours les premiers, le malade.

C'est au médecin que revient la tâche de donner sa valeur à un déficit sensoriel ou moteur, à une crise comitiale, à un trouble visuel ou endocrinien. C'est grâce à lui que ces malades seront explorés plus tôt et plus complètement.

C'est au radiologiste général qu'il convient de faire la distinction entre une suture et une fracture, une calcification normale ou pathologique.

C'est à lui d'apprendre qu'un adénome peut exister même en l'absence de signes osseux apparents à l'examen standard, ou qu'une grosse selle peut être « vide ».

Nous souhaitons que tous ceux qui portent une attention au système nerveux et à son exploration, que tous ceux que la radiologie passionne, trouvent dans ces deux tomes les éléments d'une sémiologie sous une forme qui devrait transformer à notre sens l'enseignement traditionnel, souvent trop confidentiel, de notre discipline.

H. FISCHGOLD,
mars 1975.

N.B. — Le matériel radiologique (figures 395 à 414, à l'exception de la figure 397) illustrant le chapitre XVII du tome XIII du *Traité de Radiodiagnostic* (« La soustraction en neuroradiologie », par G. GIUDICELLI et F. FIODORI) provient du Service de Radiologie du Pr LEGRÉ à l'Hôpital de La Timone, C.H.U. de Marseille.

L'HOMINISATION DU CRANE

par

A. DELMAS

Le mot hominisation a un sens vague, peu satisfaisant car dépourvu de rigueur scientifique, cependant bien commode pour suggérer le processus évolutif qui a conduit certains membres de la famille des hominidés dans la voie qui devait aboutir à l'*Homo sapiens*, l'homme.

L'histoire des hominidés est celle de primates ayant acquis, il y a quatre millions d'années, la posture et la locomotion verticales, puis, plus récemment, un psychisme particulièrement développé. Le modelage du crâne humain étant lié à la posture et au psychisme, il est nécessaire de s'arrêter sur ces deux caractères particuliers de l'hominisation.

Les primates voisins de l'homme, engagés dans leur propre voie, n'ont pas redressé leur corps et se déplacent sur le sol soit à l'aide de leurs quatre membres, soit dans les arbres à l'aide de longs membres antérieurs, ils sont alors dits brachiateurs; la posture et la locomotion verticales ne sont, chez ces primates, qu'occasionnelles. L'acquisition de la verticalité apparaît comme un phénomène extraordinaire, une sorte de défi jeté aux lois de la pesanteur. La verticalité exige en effet, pour être obtenue, certaines conditions, une construction anatomique du corps adaptée à ce mode postural, des proportions bien déterminées de la longueur des membres et du tronc facilitant le maintien de l'équilibre. Nous verrons plus loin l'incidence de cette notion d'équilibre appliquée au cas particulier du crâne.

Le corps des hominidés s'étant redressé, leur cerveau augmente progressivement de volume, passant de 500 cm³ à 1 200 cm³, puis plus tard à 1 500 cm³. Cette augmentation de volume traduit celle de la population de leurs neurones et de leurs articulations synaptiques. Le nombre et la qualité des informations reçues

par le cerveau s'en trouvent accrues; elles s'associent et se combinent, ce qui entraîne le développement de l'intelligence, la prééminence de notre espèce sur les autres, car on n'observe

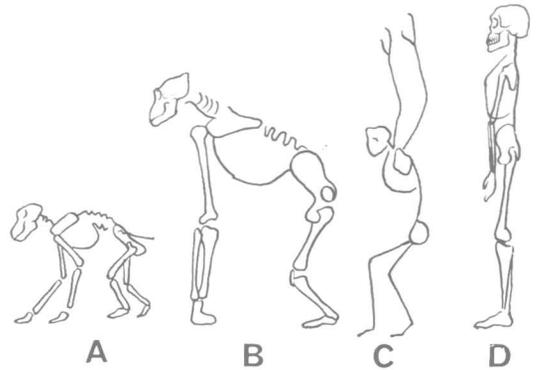


FIG. 1. — De la posture quadrupède à la posture verticale bipède chez les primates.

A, appui sur les quatre membres (singes cynomorphes); B, appui sur les quatre membres chez les singes semi-érigés (anthropoïdes); C, appui à l'aide des membres antérieurs (hylobates); D, appui en bipédie (hommes).

pas seulement l'accroissement de moyens existant chez les autres primates, mais l'apparition de qualités nouvelles qui se traduisent par l'industrie humaine, un art, une vie intellectuelle et spirituelle, des échanges. L'homme pense et agit après avoir réfléchi.

La position et l'orientation de la tête, son augmentation de volume confèrent au crâne une signification particulière: il témoigne de l'hominisation, en chemin ou terminée, aussi est-il depuis toujours objet d'interrogations ou de méditations. Il l'était déjà pour Platon comme dans les mains d'Hamlet.

Cependant, le crâne actuel n'est pas seule-

ment crâne de la verticalité et crâne cérébral, sa forme apparaît comme la résultante d'autres actions, de combinaisons de facteurs le modelant au cours de l'évolution. Ce modelage ne sera bien compris que si on considère ce que le crâne représente dans la série des vertébrés, sa place à l'extrémité du squelette axial, dans la tête, et ses rapports dès l'origine avec l'appareil de la nutrition. Il est donc encore viscéral, splanchnocrâne, à l'origine respiratoire et digestif, ayant pour fonction la prise de l'eau et des aliments. Les organes des sens placés à son voisinage informent le vertébré de l'existence, de la nature des aliments, ainsi s'établit entre le monde intérieur de l'animal et le milieu une relation active fondamentale et, par elle, commence le processus de cérébralisation de la tête, la formation d'un neurocrâne, le point de départ d'une longue histoire sur laquelle il faut bien revenir.

Le modelage du crâne, des poissons à l'homme, dépend nécessairement de la fonction des organes situés dans la tête dont l'importance est bien différente suivant le niveau d'évolution qui a été atteint, mais qui, pour tous les vertébrés, se résume dans trois propositions : le crâne est la partie terminale antérieure de l'axe corporel, il est au début de l'appareil de nutrition, il est le siège des organes d'informations sensorielles et des réponses motrices et donc du cerveau.

Chez les vertébrés inférieurs, chez les poissons, la tête est inséparable du corps, elle est consacrée avant tout aux appareils buccal et pharyngien, aussi le crâne est-il presque uniquement en rapport avec les fonctions de nutrition. Les structures proprement axiales représentent un principe d'organisation et de symétrie, et l'encéphale, contenu dans le neurocrâne, est réduit à la réception d'informations rudimentaires bien que capitales, puisqu'elles assurent le maintien et la propagation de la vie des individus et de leur espèce.

L'adaptation des vertébrés à la vie aérienne modifie ces données initiales : l'axe corporel, jusque-là le plus souvent cartilagineux, devient un support osseux solide, un véritable squelette responsable de la forme du corps; il est obligé de s'adapter à la recherche de la nourriture sur le sol. La liberté de la locomotion animale n'est pas absolue, elle reste assujettie à la surface sur laquelle se meut l'animal, mais cette sujétion est avantageuse, elle provoque le développement des appareils d'information, vision et audition, qui prennent une plus grande

importance dans la conduite animale; la connaissance primaire et seulement biologique du monde extérieur reste dévolue à l'olfaction. L'apparition et la croissance d'appendices spécialisés dans l'appui, la locomotion et la préhension, expliquent que le corps abandonne aux membres les fonctions qu'il assumait chez les poissons. Ainsi, au stade d'un organisme, celui des poissons, impliqué globalement dans l'information et la locomotion, succède celui de la délégation de ces fonctions à certaines parties du corps, aux membres et à la tête qui, dès lors, s'individualisent. La tête, grâce à l'apparition du cou, acquiert une certaine indépendance et devient le centre d'information de contrôle et de décision, elle cherche et saisit, tant que les membres antérieurs n'assurent pas, à sa place, la préhension.

Cette évolution générale du crâne des vertébrés, dont on voit se préciser les grandes lignes directrices, aboutit, à mesure que l'on s'élève dans la série, à la régression de la fonction de préhension de l'extrémité céphalique. Si le crâne porte toujours, appendu à lui, le squelette facial, la bouche et l'appareil masticateur, il devient de plus en plus le support et le squelette protecteur de l'appareil d'information et de décision qu'est le cerveau, c'est le cerveau qui lui donnera sa forme définitive. Le neurocrâne prévaut sur le splanchnocrâne.

Les principes généraux que nous venons d'énoncer vont servir de fil conducteur dans l'étude des primates fossiles dont les formes montrent que s'ils diffèrent déjà des singes (*Simiïdes*), et s'ils ne sont pas encore des hommes, ils appartiennent déjà à leur lignée (*Hominidés*). Les plus anciens connus remontent à la fin du Tertiaire (*Pliocène*), c'est-à-dire à plus de 4 millions d'années (*Coppens*) et à l'aube du Quaternaire (*Pléistocène*). Ils ont acquis la posture verticale sans que leur capacité crânienne nous permette de les inclure parmi les hominiens proprement dits.

On peut établir ainsi les chronologies successives des hominidés fossiles aux hommes actuels :

Australopithèques :

4 000 000 ans avant J.-C.

Archanthropiens ou *H. erectus* :

550 000 à —250 000 ans avant J.-C.

Paléanthropiens ou *H. sapiens* :

250 000 à —35 000 avant J.-C.

Néanthropiens ou *H. sapiens* :

250 000 (?) à 1974 p. J.-C.

Le crâne des Australopithèques.

Les Australopithèques, de types assez variés, presque tous africains, se divisent en deux grandes espèces : l'espèce gracile (*A. Africanus*) et l'espèce robuste (*A. Robustus*). Toutes deux se distinguent des singes anthropo-

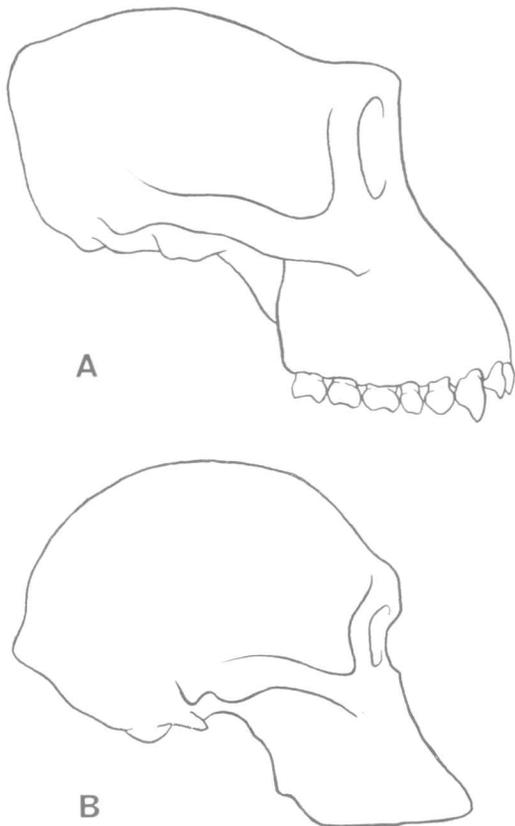


FIG. 2. — Le crâne d'un gorille femelle (A) et de l'*Australopithecus africanus* (d'après LE GROS CLARK).

Noter les principaux caractères différentiels : abaissement de l'occipital et des orbites, élévation de la voûte, réduction du massif facial chez l'Australopithèque.

morphes par leur posture verticale, qui a laissé une trace indiscutable au niveau de leur crâne. Celui-ci n'est pas, comme chez les singes, retenu et amarré par les muscles de la nuque et du dos, mais supporté par un rachis redressé, la musculature servant seulement à maintenir la tête en mouvement. La preuve en est apportée par la situation de la majeure partie de

l'occipital à la base du crâne, au-dessous du reste de la boîte crânienne, au lieu d'être en arrière d'elle. Les condyles et le trou occipital regardent en effet en bas et siègent un peu en arrière du milieu de la base. Le crâne, dans son ensemble, est ainsi presque en équilibre sur l'appui horizontal des cavités glénoïdes de l'Atlas. L'écaille de l'occipital, participant à la constitution de la base du crâne, est moins élevée que chez les singes. La nuque se creuse, l'inion (protubérance occipitale externe) étant bas situé, coïncide presque avec l'horizontale passant par le bord inférieur de l'orbite et le bord supérieur du conduit auditif externe (plan de Francfort). Cette orientation du crâne érigé, propre aux hominidés, s'accompagne d'une modification de leur crâne facial, de leur orbite

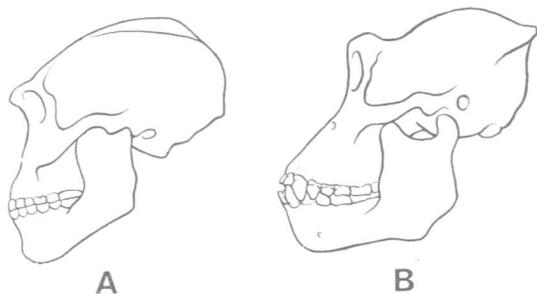


FIG. 3. — Le crâne d'un Australopithèque, le Zinjanthrope (A) comparé à celui d'un Gorille (B).

en particulier : n'étant pas obligés de relever la tête comme les anthropoïdes, leurs yeux examinent de haut en bas l'endroit où ils vont placer leurs pas et les orbites s'ouvrent ainsi en bas et en avant.

Le crâne masticateur, le splanchnocrâne est toujours important. Si la face ne figure pas un véritable museau, elle s'avance cependant bien en avant du plan orbitaire frontal, comme chez les chimpanzés. La fonction de préhension de la bouche est devenue secondaire, puisque confiée à la main, libérée elle-même de la fonction d'appui par la posture verticale. L'arcade dentaire est moins allongée (elle n'a plus à saisir), plus arrondie que chez les Anthropoïdes, et les canines supérieures et inférieures, plus petites, rentrent dans le rang et ne s'encastrent pas dans un espace libre, le diastème; l'implantation des dents est plus régulière, leur forme plus proche de la nôtre.

Enfin le troisième caractère, la cérébralisation du crâne, de type hominien, en est à ses

débuts et n'apparaît pas encore comme très significative. La voûte du crâne s'élève, certes, au-dessus du plan des orbites et s'arrondit, mais sa capacité n'est pas très différente de celle du crâne des grands Anthropoïdes actuels : 500 cm³ en moyenne. Les Australopithèques n'ont pas encore franchi le Rubicon cérébral de Keith, cette limite de 750 cm³ que n'atteint aucun Anthropoïde et au-dessous de laquelle il est difficile de parler de cerveau humain.

gression dans la voie des formes humaines. La posture verticale étant acquise (ils sont tous dits *H. erectus*), leur cerveau se développant, le Rubicon cérébral est franchi, les Archanthropiens se situent bien sur le même versant que nous.

Les Archanthropiens se retrouvent en Afrique (*H. erectus* Leakeyi, *H. erectus mauritanensis* ou Atlanthrope), en Asie (*H. erectus erectus* ou Pithécantrope de Java, *H. erectus Pekinensis*, ou Sinanthrope), en Europe (*H. de Heidel-*

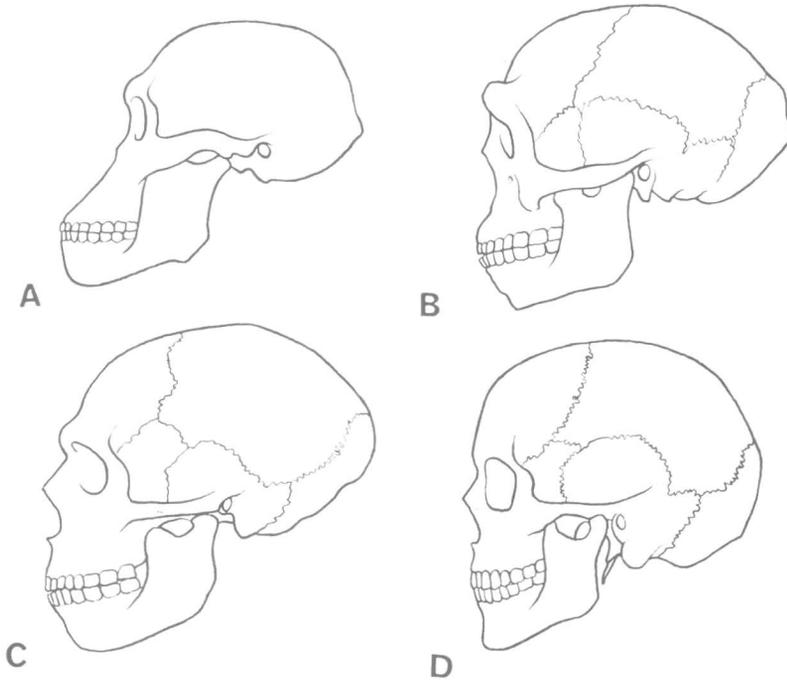


FIG. 4.

Le crâne des Hominidés (d'après E. GENET-VARCIN).

A, Australopithèque; B, Archanthropien (*Homo erectus*); C, Paléanthropien (*Homo sapiens neanderthalensis*); D, Néanthropien (*Homo sapiens sapiens*).

En conclusion, le crâne des Australopithèques est avant tout un crâne d'être érigé, porteur de promesses humaines mais incapable, pendant plus de trois millions d'années, de signifier autre chose que ces promesses; il n'est pas encore un crâne humain, même si certains de leurs porteurs ont pu être appelés *Homo habilis*.

Le crâne des Archanthropiens.

Homo erectus.

Tout en présentant, comme leur nom l'indique, des caractères archaïques, le crâne des Archanthropiens traduit une indiscutable pro-

berg), sans que la place de ce dernier soit admise par tous parmi les Archanthropiens.

Les caractères crâniens de ces hominidés restent cependant très marqués par leur archaïsme. La verticalisation du corps est certes plus complète, et le maintien de la tête sur le tronc plus aisé, les condyles et le trou occipital occupant une position plus antérieure que celui des australopithèques. L'apophyse mastoïde, qui traduit la pleine liberté de la tête en extension, est encore cependant peu développée et le torus occipital, bien dessiné, indique une nuque forte assurant le maintien du crâne et l'horizontalité du regard quelles que soient les conditions que lui imposent la pesanteur.