



UNIVERSITE DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1923 - 1924 — N° 29

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE L'OSSIFICATION DU SQUELETTE DU POIGNET
ET DE LA MAIN PAR LA RADIOGRAPHIE**

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 14 Décembre 1923

PAR

Henri-Jean-Victorin MOLLANDIN DE BOISSY

Médecin de 2^{me} classe auxiliaire de la Marine

Né à MARSEILLE (Bouches-du-Rhône), le 1^{er} Juin 1897

Examineurs de la Thèse	}	MM. BERGONIÉ, professeur.....	Président.
		CHAVANNAZ, professeur.....	Juges.
		ROCHER, agrégé.....	
		BÉCHOU, agrégé.....	

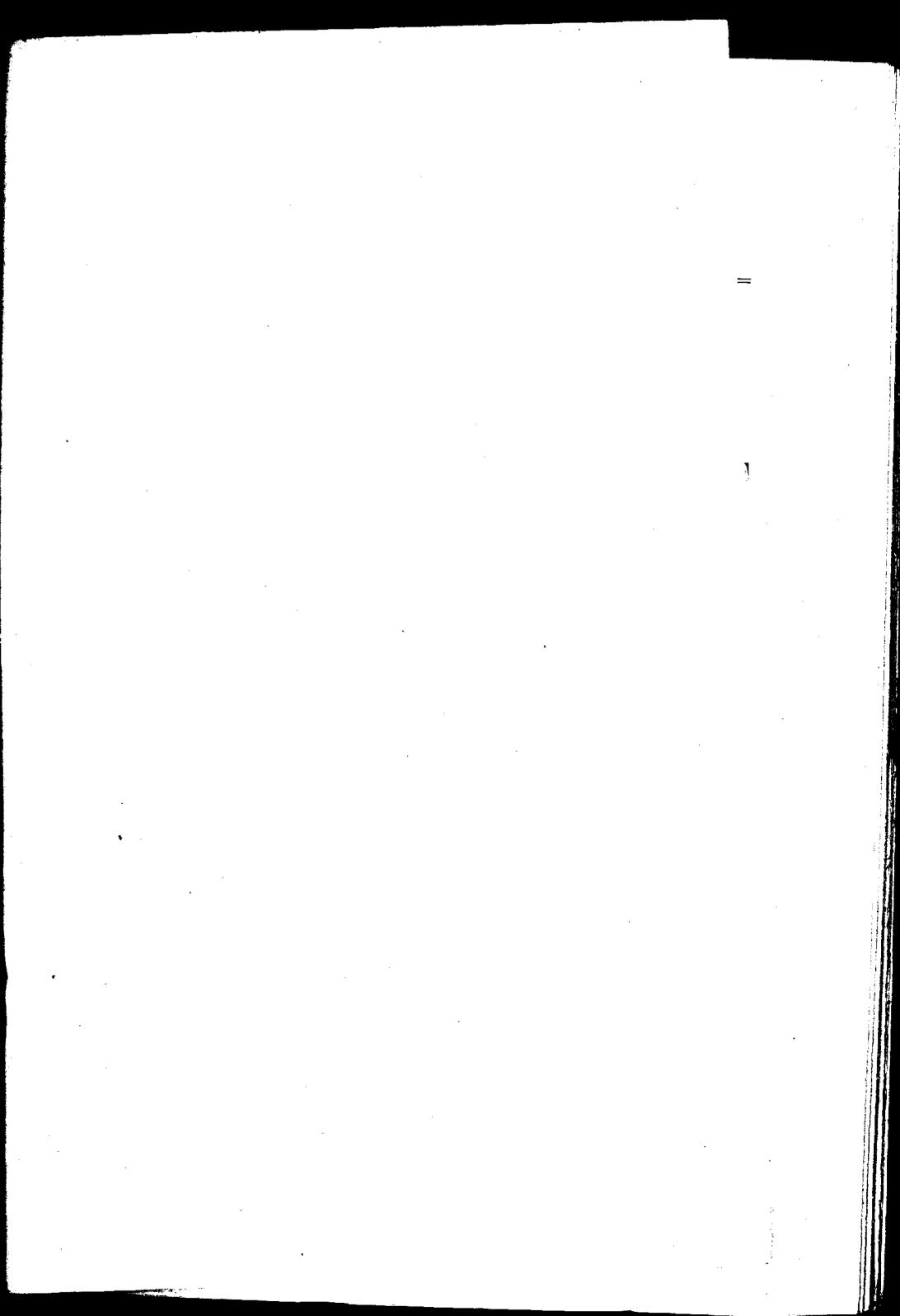


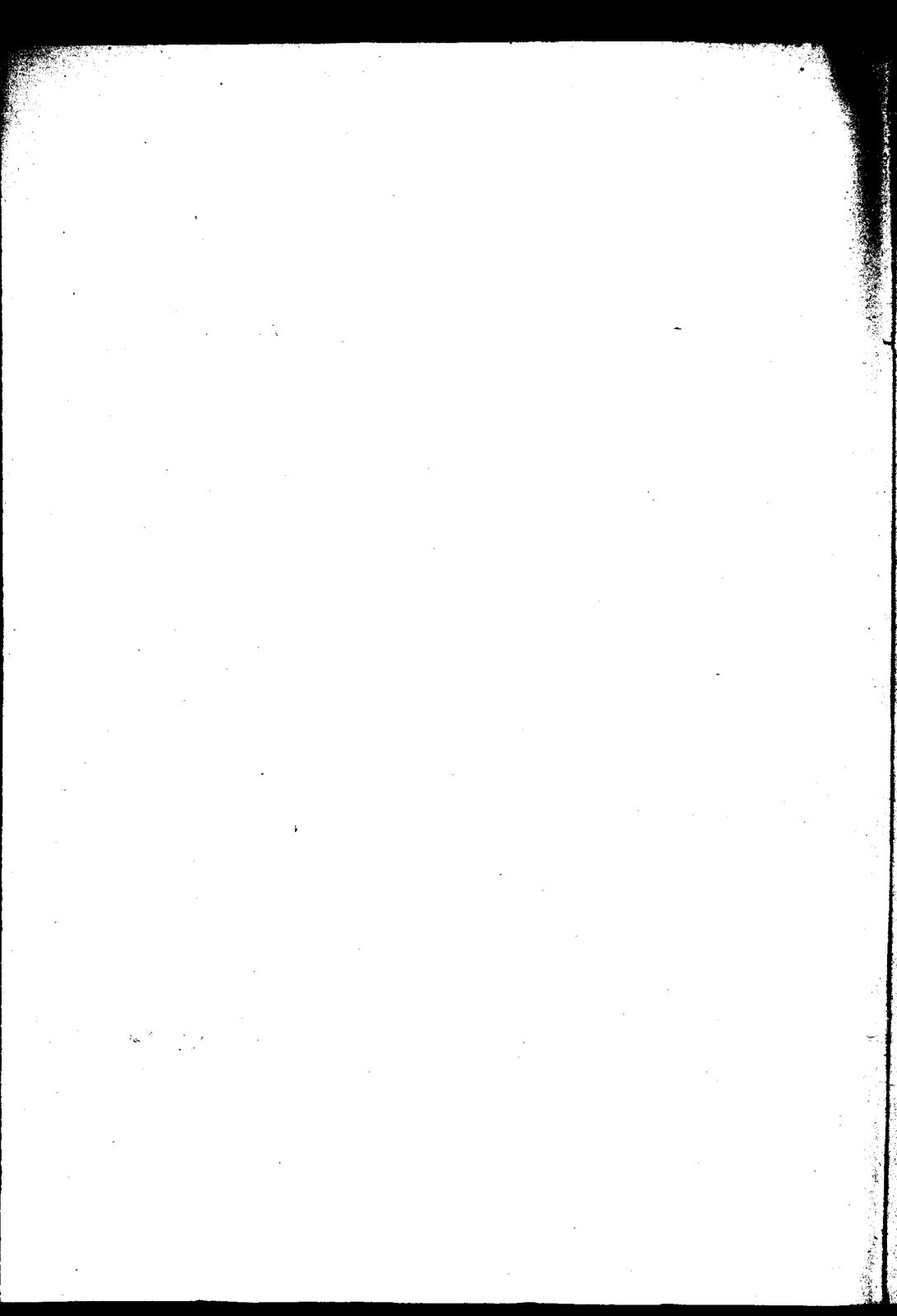
BORDEAUX

IMPRIMERIE VICTOR CABBETTE

91, Cours de la Marne, 91

1923





UNIVERSITE DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1923 - 1924 — N° 29

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE L'OSSIFICATION DU SQUELETTE DU POIGNET
ET DE LA MAIN PAR LA RADIOGRAPHIE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 14 Décembre 1923

PAR

Henri-Jean-Victorin MOLLANDIN DE BOISSY

Médecin de 2^{me} classe auxiliaire de la Marine

Né à MARSEILLE (Bouches-du-Rhône), le 1^{er} Juin 1897

Examinateurs de la Thèse }
MM. BERGONIÉ, professeur..... *Président.*
CHAVANNAZ, professeur.....
ROCHER, agrégé..... *Juges.*
BÉCHOU, agrégé.....

BORDEAUX

IMPRIMERIE VICTOR CABBETTE

91, Cours de la Marne, 91

1923



FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. LANELONGUE, BADAL, PITRES, ARNOZAN, POUSSON.

PROFESSEURS :

MM.	MM.		
Clinique médicale.....	VERGER.	Zoologie et parasitologie.....	MANDOUL.
	CASSAËT.	Médecine expérimentale.....	FERRÉ.
Clinique chirurgicale.....	CHAVANNAZ.	Clinique ophthalmologique.....	LAGRANGE.
	VILLAR.	Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	DENUCÉ.
Pathologie et thérapeutique générales.....	CRUCHET.	Clinique gynécologique.....	BÉGOUIN.
Clinique d'accouchements.....	RIVIERE.	Clinique médicale des maladies des enfants.....	MOUSSOUS.
Anatomie pathologique et microscopie clinique.....	SABRAZÈS.	Chimie biologique et médicale.....	DENIGÈS.
Anatomie.....	PICQUÉ.	Physique pharmaceutique.....	SIGALAS.
Anatomie générale et histologie.....	G. DUBREUIL.	Médec. coloniale et clinique des malad. exotiques.....	LE DANTEC.
Physiologie.....	PACHON.	Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	W. DUBREUIL.
Hygiène.....	AUCHE.	Pathologie ext. et chirurgie opérat. et expérim.	GUYOT.
Médecine légale et déontologie.....	N.	Clinique des maladies nerveuses et mentales.....	ABADIE.
Physique biologique et élim. d'électricité médicale.....	BERGONIE.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	MOURE.
Chimie.....	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée.....	BARTHE.
Botanique et matière médicale.....	BELLE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	SELLIER.
Pharmacie.....	DUPOUY.		

MM. PRINCETEAU (Anatomie). — LABAT (Pharmacie).

CARLES (Thérapeutique et Pharmacologie). — PETGES (Vénérologie).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

MM.	MM.		
Anatomie et embryologie.....	VILLEMEN.	Médecine générale.....	MICHELEAU
Histologie.....	LACOSTE.	Maladies mentales.....	BONNIN.
Physiologie.....	DELAUNAY.	Médecine légale.....	PERRENS.
Anatomie pathologique.....	MURATET.		LANDE.
Parasitologie et sciences naturelles.....	R. SIGALAS.	Chirurgie générale.....	ROCHER.
	N.		DUVERGEY.
Physique biologique et médicale.....	RÉCHOU.		PAPIN.
Chimie biologique et médicale.....	HERVIEUX.	Obstétrique.....	PÉRY.
	MAURIAC.		FAUGÈRE.
Médecine générale.....	LEURET.	Ophthalmologie.....	TEULIÈRES.
	DUPERIÉ.	Oto-rhino-laryngologie.....	PORTMANN.
	GREYX.	Pharmacie.....	GOLSE.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

MM.	MM.		
Clinique dentaire.....	CAVALIÉ.	Démonstrations et Préparations pharmaceutiques.....	LABAT.
Médecine opératoire.....	N.	Chimie.....	N.
Accouchements.....	PÉRY.	Pathologie interne.....	N.
Ophthalmologie.....	CABANNES.	Chimie analytique.....	N.
Puériculture.....	ANDÉRODIAS.	Hygiène appliquée.....	N.
Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes.....			ROCHER.
Cours complémentaire annexe. — Prothèse et rééducation professionnelle.....			GOURDON.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A MA GRAND'MÈRE

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A TOUS MES PARENTS ET AMIS

A CEUX DE MES MAITRES
QUI M'ONT AIDÉ PAR LEUR ENSEIGNEMENT
ET LEURS CONSEILS

A MONSIEUR LE DOCTEUR ROQUES
DIRECTEUR DU SERVICE DE RADIOLOGIE DE L'HÔPITAL DES ENFANTS

A MONSIEUR LE DOCTEUR BARTHÉLEMY
MÉDECIN GÉNÉRAL DE 1^{re} CLASSE DE LA MARINE
DIRECTEUR DE L'ÉCOLE PRINCIPALE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE
ET DES COLONIES
COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE DOCTEUR BERGONIÉ

PROFESSEUR DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE ET CLINIQUE D'ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE BORDEAUX

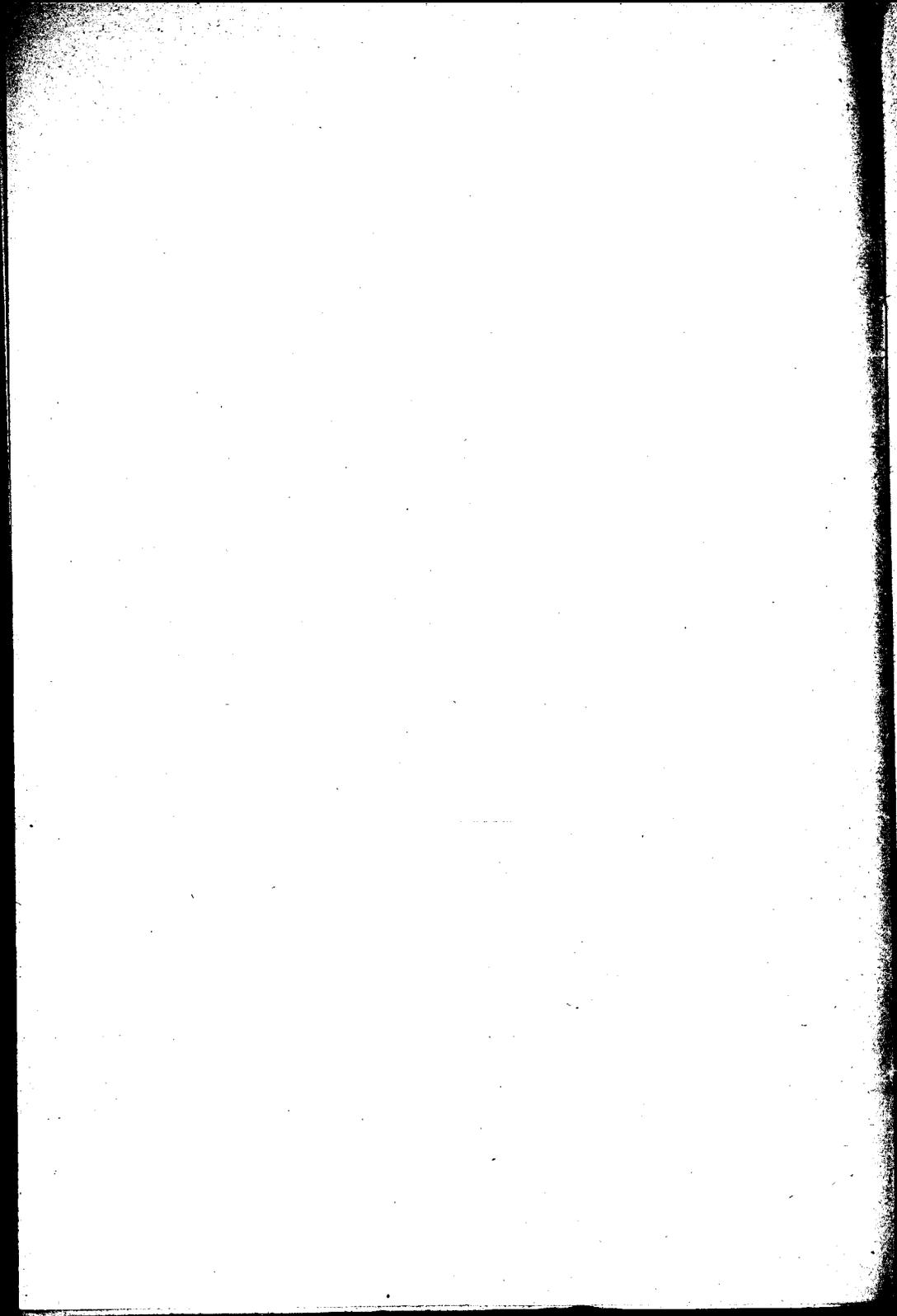
CORRESPONDANT NATIONAL DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

ET DE L'INSTITUT (ACADÉMIE DES SCIENCES)

DIRECTEUR DU CENTRE RÉGIONAL ANTICANCÉREUX DE BORDEAUX ET DU SUD-OUEST

GRAND-OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE
L'OSSIFICATION DU SQUELETTE DU POIGNET ET DE LA MAIN
PAR LA RADIOGRAPHIE

CHAPITRE PREMIER

Avant-Propos.

Au moment de rentrer définitivement dans la carrière médicale, objet de tous nos désirs depuis notre enfance, si nous jettons un regard vers le passé, nous nous sentons saisis d'une reconnaissance émue pour tous ceux qui ont employé leur temps, leur savoir et leur patience à nous donner les connaissances nécessaires pour devenir un bon médecin. Grâce à eux, nous connaissons la satisfaction immense d'avoir pu quelquefois soulager des souffrances que nous sommes appelés à rencontrer sur notre chemin.

A ceux qui ont guidé nos premiers pas à travers la forêt de l'anatomie, la débroussaillant sous nos yeux avec un tel art et nous conduisant d'une main si sûre qu'ils soulevaient notre admiration, à ceux qui nous ont fait saisir les finesses des diagnostics cliniques et nous ont initié à la mystérieuse radiologie, nous adressons nos sincères remerciements.

Mais nous remercions particulièrement M. le Professeur Bergonié, qui nous a fait l'insigne honneur de patronner notre très humble travail. Ce Maître est trop universelle-

ment connu pour que notre modeste plume ose se permettre de rappeler l'impulsion prodigieuse qu'en dépit des dangers et des sacrifices, il a su donner et il donne encore à une science qui a grandi avec lui.

Nous nous garderons bien d'oublier M. le Docteur Roques, chef du service de radiologie de l'Hôpital des Enfants, qui nous a toujours accueilli avec une exquise courtoisie et qui, en nous inspirant ce sujet de thèse, a mis à notre disposition tous les moyens dont il disposait avec ses plus précieux conseils.

Pour pouvoir tirer des conclusions utiles, il fallait en effet que notre examen portât sur de nombreux clichés radiographiques. Au point de perfectionnement qu'elle a atteint en ce moment, la radiographie permet de déceler par une ombre assez nette toute partie de tissu qui commence à s'ossifier. Il s'en suit que dès qu'un cartilage en voie d'ossification rentrera dans le deuxième stade histologique d'accroissement, c'est-à-dire dans le stade de calcification, il ne pourra plus échapper à nos recherches radiographiques.

Mais, sans vouloir rentrer ici dans les détails de la technique radiographique, nous voulons signaler deux causes d'erreur très importantes venant des conditions d'application de ce procédé. La première tient à une faute de méthode consistant dans la position défectueuse de l'ampoule à Rayons X, par rapport au plan de projection. Afin d'éviter toute déformation de l'image radiographique, la région examinée doit être frappée par des rayons d'incidence normale. C'est-à-dire que le centre de l'anticathode doit être placé sur la normale au plan de projection passant par le centre de la région intéressante. Bien souvent des clichés, obtenus sous des incidences obliques, faussent le résultat et l'interprétation d'un examen radiographique. Une seconde cause d'erreur dérive non plus de la technique, mais de l'interprétation du cliché radiographique. Pour que

cette interprétation puisse être exacte, il ne suffit pas que le cliché soit bon et fait avec soin, il faut que l'observateur connaisse parfaitement les détails anatomiques de la question. L'épiphyse de l'extrémité inférieure du radius, par exemple, en voie de développement, est formée d'un noyau osseux opaque pour les rayons X, et de cartilage de conjugaison facilement traversé par ces rayons. Si l'observateur ne connaît pas exactement le développement du radius de l'enfant ou même si le connaissant bien au point de vue théorique il n'est pas assez familiarisé avec les images radiographiques, il sera facilement exposé à prendre pour un trait de fracture ce qui n'est qu'une disposition normale, ou erreur tout aussi grave, à prendre un cartilage de conjugaison pour un décollement épiphysaire.

Nous diviserons notre travail en trois parties. Dans la première, nous ferons l'exposé théorique des connaissances acquises actuellement sur le développement du squelette constituant le tiers inférieur de l'avant-bras, du carpe et du métacarpe. Pour cette étude nous nous sommes reportés aux travaux qui ont été publiés à ce sujet et nous avons conservé comme bases les traités d'anatomie de Testut et de Poirier.

Le deuxième chapitre comprendra les commentaires de nos radiographies aux différents âges. Pour chaque cliché nous chercherons à vérifier ce qui aura été fait au point de vue théorique, à le compléter ou le modifier si c'est nécessaire.

Dans un troisième chapitre nous prendrons le développement de chaque épiphyse en particulier, l'étude du développement des os du carpe ayant été bien traitée dans la thèse de doctorat du Docteur Nombalais, et nous terminerons par un tableau synoptique, conclusion de notre étude. Ce tableau permettra de voir d'un seul coup d'œil, après l'examen d'un cliché, si on est en présence d'un cas pathologique ou normal. Il permettra encore de déterminer

l'âge approximatif d'un individu dépourvu d'état civil pourvu qu'il n'ait pas encore atteint vingt-cinq ans, cas qui sont fréquents dans nos colonies; mais pour être plus précis ce procédé demanderait à avoir pour base une étude plus généralisée de l'ossification. De même au point de vue médico-légal on pourra déterminer l'âge d'un sujet dont on ne possède qu'un membre ou une partie du corps. La radiographie révélera un point de Béclard qui aurait pu échapper au couteau de l'expert. L'ossification du squelette d'un enfant né avant terme fournit des données pour le pronostic qui sera d'autant meilleur que le travail de calcification se rapprochera davantage de la normale. Enfin un retard d'ossification, constaté par le praticien, pourra aiguiller ses recherches et orienter sa thérapeutique vers un point passé inaperçu.

Notre étude a porté sur l'examen de nombreux clichés des membres gauches et droits d'enfants et d'adolescents des deux sexes ne présentant pas de léses héréditaires ou acquises. Dans la majorité des cas, nous n'avons pas trouvé de différences appréciables en comparant les deux membres d'un même sujet, mais il n'en est pas de même lorsque nous comparons les membres d'individus de même âge ou de sexes différents, et nous avons signalé au cours de notre étude ce qui se rapporte à cette question.

Les conditions dans lesquelles nous nous sommes placés pour cette étude ne nous permettent toutefois de ne juger que des cas moyens. Il faut tenir compte qu'il existe des différences individuelles importantes. Suivant les individus, en effet, la date d'apparition des noyaux d'ossification est plus ou moins précoce et leur soudure se fait plus ou moins rapidement. Aussi, ne doit-on pas chercher dans notre travail des données d'une précision mathématique, mais cependant des indications suffisamment précises pour répondre à la très grande majorité des cas et dont une exception ne saurait détruire la valeur.

CHAPITRE II

Ossification en général. — Historique.

On voudra bien nous permettre de rappeler brièvement quelques notions élémentaires sur l'ossification en général. On peut diviser les os en deux grands groupes : 1^o ceux qui sont précédés d'une ébauche cartilagineuse ; 2^o ceux qui sont précédés d'une ébauche non cartilagineuse. Les premiers sont les plus nombreux et sont les seuls à nous intéresser dans ce travail : ce sont les os des membres et de la colonne vertébrale. L'ébauche cartilagineuse présente la même forme que l'os qui en dérive.

Dans les os longs, à la partie moyenne de la pièce cartilagineuse, le point osseux primitif apparaît dans les premiers mois de la vie intra-utérine. Ce point s'accroît dans tous les sens et arrive au voisinage des épiphyses. A partir de la naissance et jusques vers 15 ans environ, se développent dans chaque épiphyse un ou deux points osseux secondaires. Ces points osseux, à leur tour, s'accroissent dans tous les sens et arriveraient au contact de l'os diaphysaire s'ils n'en étaient séparés par le cartilage de conjugaison. Tant que ce cartilage existe l'os n'a point terminé sa croissance et il n'a atteint sa forme définitive que le jour où l'épiphyse a accompli sa soudure avec la diaphyse. Ces soudures se font en général entre 18 et 22 ans.

Des travaux sur l'ossification ont été entrepris à toutes les époques. Aristote l'avait étudiée chez les animaux. Vésale, déjà, s'était occupé de l'ossification des os du carpe

qu'il ramenait au nombre de sept en considérant le pisi-forme comme un os sésamoïde. Riolan, Albinus et, après eux et mieux qu'eux, Béclard et Serres continuèrent cette étude. Depuis Vésale et Riolan, l'ostéogénèse des os de l'extrémité inférieure du membre pectoral a fait de grands progrès et, après les travaux de Rambaud et Renault, de Cruveilhier, de Sappey, de Quain, de Köelliker, de Poirier et de Testut, pour ne citer que quelques anatomistes, il ne reste que quelques divergences à expliquer en ce qui concerne l'ossification de chacun des os du poignet et de la main.

L'extrémité inférieure du radius commencerait à s'ossifier vers la deuxième année d'après Poirier, vers l'âge de cinq ans pour Testut. Schwegel ne croit pas que ce soit avant la huitième année qu'apparaîtrait le premier point d'ossification. Pour le cubitus, Rambaud donne le début de l'ossification à l'âge de six ans par deux points que nous n'avons pas trouvés. Testut place l'apparition du point osseux entre six et huit ans. Poirier le fait apparaître entre sept et neuf ans. D'après Schwegel, il y aurait un point propre à l'apophyse styloïde.

Meckel, Sæmmering, Béclard, J. Cloquet, Cruveilhier, Sappey, Köelliker, Quain, Holden n'accordent pour chacune des pièces carpiennes qu'un seul point d'ossification.

Meckel et Sæmmering font commencer celle-ci à la naissance alors que Béclard, Cruveilhier, Sappey, Köelliker ne la font débiter qu'à un an, et Rambaud et Renault dans le courant de la troisième année. En outre, ces deux derniers auteurs accordent deux centres d'ossification au scaphoïde, deux au semi-lunaire, deux à l'os crochu. Serres admet trois points osseux pour le scaphoïde.

Nous avons recherché le double point osseux accordé au semi-lunaire par Serres, les deux points osseux du scaphoïde décrits par Rambaud et Renault, le double centre d'ostéogénèse de l'os crochu indiqué par J. Cloquet, nous n'avons jamais pu arriver à les rencontrer.

Debierre attribue aussi au pisiforme deux centres que nous n'avons pas eu le plaisir de constater.

Le métacarpe a été cause de la division de bien des auteurs au point de vue de l'embryologie et de l'ostéogénèse. Celse, Rufus, Pline regardaient le métacarpe comme composé de cinq os, Galien en décrit quatre seulement, considérant le premier métacarpien comme la première phalange du pouce. Après lui Vésale, Sylvius, Ambroise Paré, Riolan, Albinus, Winslow, Bertin, le décrivent comme un os à part voisin des métacarpiens ou comme une phalange. Celse le décrit comme un métacarpien. Rambaud le classe parmi les phalanges à cause de son développement, et il situe la date d'apparition de l'ossification vers trois ans. Pour Testut, l'ossification commencerait vers sept ans pour le premier métacarpien et vers six ans pour les quatre derniers. C'est entre sept et huit qu'apparaît le point complémentaire du premier d'après Poirier, et entre cinq et six pour les quatre autres. Tous ces auteurs sont d'accord pour déclarer que la soudure s'opère entre seize et vingt ans.

L'apparition du point complémentaire de l'épiphyse des phalanges se fait vers trois ans, d'après Rambaud. Serres signale qu'il y a deux points au début, nous n'avons jamais pu les déceler. Testut et Poirier font débiter l'ossification entre six et sept ans et la font terminer entre seize et dix-huit, nous verrons par la suite que le travail d'ossification des épiphyses des phalanges débute beaucoup plus tôt.

Mais tous les auteurs précités n'avaient pas le secours de la radiographie ni de la radioscopie, qui permettent d'examiner un nombre considérable de sujets et donne la faculté de faire de l'anatomie sur le vivant.

CHAPITRE III

Observations Radiographiques.

A un an.

On ne trouve aucune trace d'ossification des points épiphysaires inférieurs du radius ni du cubitus.

La première rangée du carpe n'est pas représentée.

Le grand os et l'os crochu sont les seuls à former la deuxième rangée, ayant une taille variant entre la grosseur d'une lentille à celle d'un pois, de forme bien arrondie, mais le premier est deux fois plus grand que le second. L'ébauche de ces deux os apparaît entre six et huit mois. D'après l'étude de nombreux clichés, pris de l'âge de un mois à un an, de face et de profil, nous n'avons jamais trouvé deux points d'ossification pour l'os crochu. Ce n'est qu'à partir du quatorzième mois environ que l'on peut constater une ébauche d'ossification pour l'extrémité inférieure des métacarpiens ainsi que des points complémentaires supérieurs des phalanges des quatre autres doigts. Rien à remarquer pour les phalanges ni pour les phalanges. (Voir cliché n° 1.)

A deux ans.

Le point épiphysaire inférieur du radius apparaît sous la forme d'un ovoïde à grand axe transversal et dont la grosse extrémité regarde le bord externe du poignet. Aucune



CLICHÉ N° 1

Main droite. — Garçon, 1 an.

ébauche pour le cubitus. Il n'y a toujours pas de signe d'apparition de la première rangée du carpe. Le grand os et l'os crochu ont un peu augmenté de volume, la différence de taille persistant dans les mêmes proportions, mais le premier s'allonge un peu dans le sens radial. C'est à l'âge de vingt-six à vingt-huit mois que commencent à apparaître le semi-lunaire et le pyramidal. Les quatre derniers métacarpiens présentent à leur extrémité inférieure un petit point d'ossification lenticulaire. Pour le premier métacarpien ce point se montre aussi, mais à son extrémité supérieure. Les points complémentaires des cinq phalanges n'ont pas beaucoup augmenté de volume et se présentent sous la forme d'une petite ombre allongée dans le sens transversal. On peut déjà constater un commencement d'ossification pour les extrémités supérieures des phalanges, mais on ne voit rien pour les phalanges.

A trois ans.

L'épiphyse radiale s'allonge dans le sens transversal, mais il n'y a pas de traces d'apparition de la cubitale. C'est seulement vers cet âge que commence à se constituer la première rangée des os du carpe par l'ossification du pyramidal. Deux ou trois mois après apparaît nettement le semi-lunaire, mais dès l'âge de trois ans il se laisse deviner par une ombre légère. Le grand os accentue son développement et se renfle à son extrémité proximale. Pour l'os crochu, au contraire, c'est l'extrémité distale qui augmente de volume, mais le grand os est toujours plus développé que ce dernier. Le trapèze, qui apparaît deux ou trois mois plus tard, se présente alors sous la forme d'une simple ébauche lenticulaire. Le point épiphysaire supérieur du 1^{er} métacarpien est apparu ; au-dessous des 2^e, 3^e, 4^e et 5^e, apparaissent les points épiphysaires inférieurs, qui ont l'aspect de petites billes osseuses.

Les épiphyses des phalanges s'étirent dans le sens latéral, se renflent un peu dans leur centre et prennent la forme



CLICHÉ N° 2.

Main droite. — Fille, 5 ans.

de petites lentilles biconvexes, en même temps que s'ossifie l'épiphyse supérieure de la première phalange du pouce. Les épiphyses des phalanges sont nettement visibles, et celles des phalangettes commencent aussi à se calcifier.

A quatre ans.

A cet âge, on constate simplement une augmentation de volume des points osseux décrits dans le paragraphe précédent. Il faut simplement signaler que l'épiphyse radiale se renfle sur son bord externe et s'effile sur son bord interne prenant la forme d'un coin.

A cinq ans.

L'épiphyse radiale s'épaissit dans tous ses diamètres. Il ne manque plus que le pisiforme pour compléter la première rangée des os du carpe, car le scaphoïde est visible, encore minuscule, et il ne deviendra bien net que vers cinq ans et demi. Le trapèze, de forme ovoïde, est un peu plus développé que le trapézoïde. Le grand os s'étrangle un peu dans son diamètre transverse pendant que l'os crochu prend la forme d'une petite pyramide aux angles arrondis. Les épiphyses des métacarpiens ainsi que celles de toutes les autres phalanges, augmentent de volume dans tous leurs diamètres et se rapprochent peu à peu du corps de l'os auquel elles doivent se souder plus tard. (Voir cliché n° 2.)

A six ans.

Un nouveau point osseux apparaît, c'est l'épiphyse secondaire du cubitus, dont la date du début de l'ossification est d'ailleurs assez variable ; on trouve autant de cas où elle apparaît à cinq ans qu'à cinq ans et demi. A la première rangée des os du carpe, il manque toujours le pisiforme. Pour la deuxième rangée, sur les clichés pris de profil, on



CLICHÉ N° 3.

Main gauche. — Garçon, 10 ans.

distingue très bien l'apophyse de l'os crochu. Tous les autres points osseux épiphysaires se rapprochent de plus en plus du corps de leurs os respectifs, et par conséquent le cartilage de conjugaison diminue de plus en plus. Les épiphyses supérieures des phalanges changent de forme, elles ne sont plus biconvexes ; leurs bords sont épaissis et elles se courbent en arc dans tous leurs diamètres, formant ainsi une espèce de cupule dont la concavité regarde les épiphyses des métacarpiens en forme de billes qui ont maintenant en face d'elles une cavité où elles pourront se loger. Jusques vers six ans, l'ossification est à peu de chose près aussi avancée chez les filles que chez les garçons, mais à partir de cet âge on peut constater une légère différence en faveur des sujets de sexe féminin, et cette différence ne fera que s'accroître par la suite, aboutissant à une soudure beaucoup plus précoce chez les filles.

De six à dix ans.

L'ostéogénèse des épiphyses se poursuit et les os du carpe commencent à avoir les formes qu'ils conserveront définitivement. Les épiphyses radiale et cubitale présentent chacune, sur leur bord opposé à l'axe du membre, un prolongement qui va devenir l'apophyse styloïde. Quelquefois, c'est vers dix ans que l'on voit apparaître le pisiforme, mais en général il apparaît plutôt vers onze ans. Les cartilages qui séparent les épiphyses de leurs métacarpiens sont maintenant réduits à très peu de chose et n'apparaissent plus que comme une ligne claire, tranchant avec les ombres osseuses des épiphyses et des extrémités des métacarpiens (voir cliché n° 3.)

De dix à quinze ans.

Jusqu'à quinze ans, il existe toujours les cartilages de conjugaison qui sont de moins en moins épais à mesure que les épiphyses s'accroissent et se rapprochent du corps



CLICHÉ N° 4.

Main gauche. — Fille, 15 ans.

de l'os. Les extrémités des os qui vont se souder à leurs épiphyses ne se présentent plus avec une surface régulière; au contraire, on constate plutôt des petites crêtes osseuses qui semblent se diriger vers les épiphyses. Celles-ci s'épaississent sur leurs bords et semblent vouloir enserrer dans leurs prolongements les bords de l'os auquel elles sont destinées. Vers l'âge de treize ans, on commence à constater la soudure des épiphyses des 2^e, 3^e, 4^e et 5^e métacarpiens, dont l'extrémité est coiffée d'un bonnet par le point d'ossification secondaire qui a grandi. On voit nettement une solution de continuité au centre des surfaces de rencontre des épiphyses et de l'os diaphysaire, comme si on avait accolé deux surfaces concaves n'étant réunies que par leurs contours. Cette soudure se fait un peu plus tardivement chez les individus de sexe masculin. Il est à remarquer que si le développement se fait à peu de chose près aussi vite chez les garçons que chez les filles, la soudure est toujours plus précoce chez celles-ci. La soudure du 1^{er} métacarpien avec son épiphyse est toujours en retard sur les autres. Puis, vers quatorze ans, ce sont les épiphyses des phalanges et des phalangettes qui commencent à se souder. Les phalanges viennent ensuite à peu près en même temps que le cubitus qui, ayant débuté bien après le radius, se soude bien avant.

D'ailleurs, pour le squelette de la main, on peut remarquer que les premières soudures s'opèrent sur les os dont les surfaces mises en présence sont les moins étendues. Les soudures ne sont pas encore complètes, et il persiste encore quelque temps un trait indiquant les surfaces d'accolement. (Voir cliché n° 4.)

De quinze à vingt ans.

Sur presque tous les clichés radiographiques de mains de filles âgées de 16 ans que nous avons examinés, nous avons presque toujours trouvé une soudure complète de



CLICHÉ N° 5.

Main gauche. — Fille, 18 ans.

toutes les épiphyses. Au contraire, chez les garçons du même âge, il y a encore du cartilage de conjugaison apparent à la radiographie. Ces faits laisseraient supposer que les filles terminent leur croissance plus tôt que les garçons, qui ne présenteront leur squelette normal que vers 21 ans. (Voir cliché n° 5.)

Ossification des épiphyses en particulier.

Radius.

L'épiphyse inférieure du radius commence à s'ossifier entre dix-huit mois et deux ans. Elle apparaît d'abord comme un petit point opaque, situé exactement au centre de l'extrémité inférieure du radius. En se développant, ce point prend la forme d'un ovoïde dont la grosse extrémité est située vers le bord externe du poignet. Puis elle s'accroît dans tous les sens et, à mesure que l'extrémité externe s'épaissit dans tous ses diamètres, l'extrémité interne s'allonge dans la direction du cubitus, mais la distance comprise entre les bords de l'épiphyse et les bords de l'os est constante, donc l'os diaphysaire croît dans les mêmes proportions que le point épiphysaire. Le cartilage de conjugaison conserve toujours la même épaisseur. C'est entre quatre et six ans que le développement est le plus rapide. Vers six ans, la face supérieure de l'épiphyse présente un espèce de soulèvement près du bord externe, elle correspond à une légère excavation dans l'extrémité inférieure du radius, qui progresse lui-même par sa face posté-

rière. L'ossification au centre de l'épiphyse est déjà avancée, car on distingue très bien les travées osseuses semblables à celles des os déjà constitués. Vers l'âge de sept ans la face inférieure se creuse légèrement, et c'est cette face en forme de cupule qui servira à former l'articulation radio-carpienne.

C'est à dix ans que l'épiphyse est devenue aussi large que l'os auquel elle va se souder, et à cette époque les bords se développant et s'amincissant semblent vouloir encercler l'extrémité du radius et la serrer comme dans un étai. En même temps la partie externe s'allonge en direction du premier métacarpien et laisse prévoir l'apophyse styloïde. Le cartilage de conjugaison est maintenant très réduit ; les deux surfaces osseuses en présence n'apparaissent plus régulières comme au début, mais sont dentelées, et les prolongements de l'une se logent dans les cavités de l'autre. On a alors à peu près la figure d'une fracture de l'extrémité inférieure du radius, chez un sujet dont le développement osseux est terminé, mais il est facile de faire la différence : il n'y a pas encore emboîtement complet, le cartilage de conjugaison présente à peu près la même épaisseur partout et les bords sont mous et arrondis. On peut constater des points de contact entre les deux surfaces vers l'âge de quinze ans ; le cartilage ne se présente plus que par îlots séparant encore les deux os. D'une façon générale, la soudure commence plus tôt chez les filles que chez les garçons et se termine aussi plus rapidement. Chez les filles, à dix-huit ans, on ne distingue plus le plan suivant lequel les surfaces sont rentrées en contact et les travées osseuses se font suite, sans différence d'orientation. Pour les garçons, cette soudure n'est complète que vers l'âge de dix-neuf ans, mais on trouve des sujets chez lesquels elle peut se prolonger jusqu'à vingt et vingt-deux ans ; il faudrait alors rechercher les causes de ce retard de calcification par rapport aux sujets normaux.

Cubitus.

L'épiphyse radiale est déjà très développée, lorsque la cubitale commence seulement à présenter un point d'ossification. Le début se fait entre six ans et demi et sept ans dans la majorité des cas; mais si l'ossification de l'épiphyse radiale est constante pour le même âge et existe presque toujours à l'âge de deux ans, il n'en est pas de même pour la cubitale, qui est assez souvent absente à l'âge de huit ans. Elle se développe d'ailleurs assez rapidement, car à dix ans les surfaces de l'épiphyse et de l'extrémité inférieure du cubitus sont égales. L'extrémité interne de l'épiphyse s'étrangle un peu et pousse un prolongement en forme de bec dans la direction du cinquième métacarpien; c'est probablement cet étranglement qui a pu faire penser que l'apophyse styloïde du cubitus se développait par un noyau d'ossification qui lui était propre. Cet étranglement constitue une gorge, et celle-ci correspond à une crête de l'os diaphysaire qui viendra s'y engager. La soudure commence à s'opérer vers l'âge de quinze ans, toujours plus précoce chez les filles que chez les garçons, elle semble débiter de préférence par la partie interne et elle est presque toujours complète à l'âge de dix-sept ans.

Métacarpiens.

Pour les épiphyses des métacarpiens, il faut séparer leur développement en deux parties. La première se rapportera à l'épiphyse du 1^{er} métacarpien, située à l'extrémité supérieure de l'os diaphysaire et se développant exactement de la même façon que les épiphyses des phalanges. La deuxième aura pour objet les quatre derniers métacarpiens dont les épiphyses sont situées à l'extrémité inférieure et ne présentent pas la même morphologie que celles des phalanges.

L'épiphyse du 1^{er} métacarpien apparaît vers l'âge de trois ans et se développe très lentement. A onze ans, sa surface n'est pas encore égale à celle qui lui fait vis-à-vis ; le cartilage de conjugaison est toujours très apparent et a conservé la même épaisseur. A treize ans elle a la forme d'une demi-sphère dont la section regarde le métacarpien, qu'elle va venir coiffer. Les premiers signes de rapprochement des deux os nous sont donnés vers l'âge de quatorze ans et demi et la soudure n'est complète que vers quinze ans et demi, toujours plus précoce chez les filles.

L'ossification épiphysaire des quatre derniers métacarpiens débute à l'âge de deux ans et demi et se révèle par quatre petites sphères osseuses situées entre les phalanges et le métacarpe. Vers l'âge de sept ans, ces billes osseuses s'aplatissent à leur partie supérieure et prennent par conséquent la forme d'un bonnet dont l'ouverture est tournée vers la diaphyse. A huit ans environ, le rapprochement des épiphyses et des diaphyses commence à être intime, mais l'emboîtement réciproque et la soudure ne commencent à se faire qu'à l'âge de onze ans, le cartilage de conjugaison disparaît très lentement et persiste jusqu'à la seizième année où le métacarpien est complètement formé.

Phalanges.

L'ossification des épiphyses des phalanges débute à dix-huit mois environ. Vers deux ans, on voit apparaître les points osseux des phalangines et, quelques temps plus tard, les phalanges à leur tour présentent leurs points épiphysaires. Il est à remarquer que l'épiphyse de la dernière phalange du pouce apparaît avant celle de la première phalange, et son développement va de pair avec les phalanges des quatre autres doigts. Une fois tous apparus, ces points osseux secondaires se développent tous de la même manière. Ils s'étirent d'abord dans leurs grands diamètres et prennent la forme de lentilles biconvexes ; puis les

bords s'épaississent en même temps que la face supérieure s'incurve. A l'âge de cinq ans, ils sont concaves par leur face supérieure, convexes par leur face inférieure et à peu près d'égale épaisseur au centre et sur les bords ; ils n'ont donc plus la forme de lentilles. Les épiphyses des phalanges et des phalangettes conservent leur forme biconvexe un peu plus longtemps que les autres phalanges.

La soudure commence à s'opérer pour toutes les phalanges entre quinze ans et demi et dix-sept ans ; les phalanges sont les dernières à présenter une soudure complète, et la dernière phalange du pouce ne présente plus de cartilage de conjugaison en même temps que se soudent les épiphyses des autres phalanges.

Sésamoïdes.

Au cours de nos recherches, nous avons rencontré des sésamoïdes du pouce dans la proportion de 8 %, nous avons simplement remarqué que nous les constatons plus souvent chez des adultes ou des adolescents que chez les tout-petits. L'étude approfondie de leur développement demanderait beaucoup de temps et de très nombreux clichés.

**Tableau des points d'ossification du squelette
du poignet et de la main dans leur ordre d'apparition.**

Grand os et os crochu	entre 5 et 8 mois.
Épiphyses des phalanges	entre 1 et 2 ans.
— du radius	entre 2 ans et 2 ans 1/2.
— des phalanges	idem.
Pyramidal	idem.
Semi-lunaire	idem.
Épiphyses des phalangettes	à 2 ans 1/2.
Épiphyses du I métacarpien	à 3 ans.
— II, III, IV et V métacarpiens	à 3 ans.
Trapèze	à 3 ans.
Trapézoïde	à 4 ans.
Scaphoïde	à 4 ans.
Épiphyse du cubitus	entre 7 et 8 ans.
Pisiforme	entre 9 et 11 ans.

**Tableau de l'ordre dans lequel s'opèrent les soudures
des épiphyses.**

Épiphyses des II, III, IV et V métacarpiens	de 13 ans 1/2 à 16 ans.
— du I métacarpien	de 15 à 16 ans.
— du cubitus	de 15 à 17 ans.
— des phalanges	de 15 ans 1/2 à 17 ans.
— des phalanges	de 15 ans 1/2 à 17 ans.
— des phalangettes	de 15 ans 1/2 à 16 ans.
— du radius	de 17 à 19 ans.

Tableau comparé des dates d'apparition de l'ossification et des soudures des épiphyses
des os du poignet et de la main.

	D'après TESTER.		D'après POUHAT.		D'après notre étude.	
	Début de l'ossification	Soudure	Début de l'ossification	Soudure	Début de l'ossification	Soudure
Radius	6 à 9 ans	20 à 25 ans	2 à 3 ans	20 à 22 ans	2 ans	17 à 19 ans
Cubitus	6 à 9 ans	20 à 25 ans	7 à 9 ans	15 à 19 ans	7 ans	15 à 17 ans
I métacarpien	5 à 6 ans	18 à 20 ans	7 à 8 ans	16 à 19 ans	3 ans	15 à 16 ans
II - III - IV - V métacarpiens	5 à 6 ans	18 à 20 ans	5 à 6 ans	16 à 18 ans	3 ans	13 ans 1/2 à 16 ans
Phalanges	6 ans	18 à 20 ans	6 à 7 ans	18 à 20 ans	4 à 2 ans	15 ans 1/2 à 17 ans
Phalanges	6 ans	18 à 20 ans	6 à 7 ans	18 à 20 ans	2 ans	15 ans 1/2 à 17 ans
Phalanges	6 ans	18 à 20 ans	6 à 7 ans	18 à 20 ans	2 à 3 ans	15 ans 1/2 à 16 ans

CONCLUSIONS

- I. — Le point épiphysaire secondaire de l'extrémité inférieure du radius apparaît à deux ans, et la soudure s'opère entre dix-sept et dix-neuf ans.
- II. — Pour le cubitus, l'apparition se fait vers sept ans et la soudure entre quinze et dix-sept ans.
- III. — Les épiphyses des métacarpiens commencent à s'ossifier à trois ans et se soudent entre quatorze et seize ans.
- IV. — L'ossification des points épiphysaires débute entre un an et deux pour les phalanges et pour les phalanges, à deux ans et demi pour les phalangettes. La soudure pour toutes les phalanges se fait entre quinze ans et demi et dix-sept ans.

VU, BON A IMPRIMER :

Le Président,
BERGONIE.

Vu :

Le Doyen,
C. SIGALAS.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 3 Décembre 1923.

Le Recteur de l'Académie,
F. DUMAS.

BIBLIOGRAPHIE

- SERRES. — Des lois de l'ostéogénie.
CRUVEILHIER. — Anatomie.
SEMMEING. — Traité d'ostéologie.
SAPPEY. — Anatomie descriptive.
CLOQUET (J.). — Anatomie.
QUAIN. — Anatomie.
RETTNER. — Morphologie de la charpente squelettique des membres des mammifères.
RAMBAUD et RENAULT. — Origine et développement des os.
GEGENBAUER. — Anatomie.
DEBIERRE. — Contribution à l'étude de l'ossification des pièces du carpe.
MORIN. — Radiographies relatives à la formation et à l'accroissement du système osseux.
BECLÈRE et JUGEAS. — Atlas de radiographie.
TESTUT. — Anatomie descriptive.
POIRIER. — Anatomie.
VARRIOT. — Nouvelles recherches radiographiques sur l'ossification des métacarpiens, Paris 1907.
NOMBALLAIS. — Thèse de doctorat de Bordeaux, 1909.
Archives d'Electricité Médicale.
Journal de la Radiologie.
PICARD. — Thèse de doctorat, Paris 1897.
Journal de l'Anatomie, 1884.
Compte rendu de la Société de Biologie de Paris, 1902.
BÉCLARD (P. A.). — Anatomie générale.
Bulletin Officiel de la Société franç. d'électro-radiologie, 1909.

686



