



Validation externe des modèles estimatifs de l'âge utilisant les troisièmes molaires

Caroline Rodriguez

► To cite this version:

Caroline Rodriguez. Validation externe des modèles estimatifs de l'âge utilisant les troisièmes molaires. Sciences du Vivant [q-bio]. 2009. hal-01732970

HAL Id: hal-01732970

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01732970>

Submitted on 14 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ACADEMIE DE NANCY-METZ
UNIVERSITE HENRY POINCARRE NANCY 1
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2009

N°

THESE

pour le

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR
EN CHIRURGIE DENTAIRE**

par

Caroline RODRIGUEZ

Née le 24 décembre 1983 à Neufchâteau

**VALIDATION EXTERNE DES MODELES ESTIMATIFS DE L'AGE
UTILISANT LES TROISIEMES MOLAIRES.**

**Présentée et soutenue publiquement le :
23 novembre 2009**

Examineurs de la thèse :

M. J.P. ARTIS
M. P. AMBROSINI
M. J.M. MARTRETTE
M. F. JANOT
M. O. ARTIS

Professeur 1^{er} grade
Professeur des Universités
Maître de Conférences
Professeur Associé
Ancien Assistant

Président
Juge
Juge
Juge
Juge

Président : Professeur J.P. FINANCE

Doyen : Docteur Pierre BRAVETTI

Vice-Doyens : Pr. Pascal AMBROSINI - Dr. Jean-Marc MARTRETTE

Membres Honoraires : Dr. L. BABEL - Pr. S. DURIVAUX - Pr. G. JACQUART - Pr. D. ROZENCWEIG - Pr. M. VIVIER

Doyen Honoraire : Pr. J. VADOT

Sous-section 56-01 Odontologie pédiatrique	Mme DROZ Dominique (<u>Desprez</u>) M. PREVOST Jacques M. BOCQUEL Julien Mlle PHULPIN Bérengère M. SABATIER Antoine	Maître de Conférences Maître de Conférences Assistant Assistant Assistant
Sous-section 56-02 Orthopédie Dento-Faciale	Mme <u>FILLEUL Marie Pierryle</u> M. BOLENDER Yves Mlle PY Catherine M. REDON Nicolas	Professeur des Universités* Maître de Conférences Assistant Assistant
Sous-section 56-03 Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale	M. <u>Par intérim ARTIS Jean Paul</u> M. CELEBI Sahhüseyin Mme JANTZEN-OSSOLA Caroline	Professeur 1 ^{er} grade Assistant Assistant
Sous-section 57-01 Parodontologie	M. <u>AMBROSINI Pascal</u> Mme BOUTELLIEZ Catherine (Bisson) M. MILLER Neal M. PENAUD Jacques M. GALLINA Sébastien M. JOSEPH David	Professeur des Universités* Maître de Conférences Maître de Conférences Maître de Conférences Assistant Assistant
Sous-section 57-02 Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique Anesthésiologie et Réanimation	M. <u>BRAVETTI Pierre</u> M. ARTIS Jean-Paul M. VIENNET Daniel M. WANG Christian M. BALLY Julien M. CURIEN Rémi Mlle SOURDOT Alexandra	Maître de Conférences Professeur 1 ^{er} grade Maître de Conférences Maître de Conférences* Assistant Assistant Assistante
Sous-section 57-03 Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie)	M. <u>WESTPHAL Alain</u> M. MARTRETTE Jean-Marc Mlle ERBRECH Aude	Maître de Conférences* Maître de Conférences* Assistante Associée au 01/10/2007
Sous-section 58-01 Odontologie Conservatrice, Endodontie	M. <u>ENGELS-DEUTSCH Marc</u> M. AMORY Christophe M. MORTIER Eric M. CUNY Pierre M. HESS Stéphan	Maître de Conférences Maître de Conférences Maître de Conférences Assistant Assistant
Sous-section 58-02 Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle, Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale)	M. <u>SCHOUVER Jacques</u> M. LOUIS Jean-Paul M. ARCHIEN Claude M. DE MARCH Pascal M. BARONE Serge Mlle BEMER Julie M. Recrutement en cours Mlle MONDON Hélène M. SIMON Franck	Maître de Conférences Professeur des Universités* Maître de Conférences* Maître de Conférences Assistant Assistante Assistant Assistant
Sous-section 58-03 Sciences Anatomiques et Physiologiques Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie	Mlle <u>STRAZIELLE Catherine</u> M. RAPIN Christophe (mono-appartenant) Mme MOBY Vanessa (Stutzmann) M. SALOMON Jean-Pierre Mme JAVELOT Cécile (Jacquelin)	Professeur des Universités* Professeur des Universités Maître de Conférences* Maître de Conférences Assistante Associée au 01/01/2009

souligné : responsable de la sous-section

* temps plein

Mis à jour le 01.11.2009

*Par délibération en date du 11 décembre 1972,
la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que
les opinions émises dans les dissertations
qui lui seront présentées
doivent être considérées comme propres à
leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner
aucune approbation ni improbation.*

A notre président de thèse

ARTIS Jean-Paul

Chevalier de l'Ordre National du Mérite
Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en sciences Odontologiques
Docteur de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg
Habilité à diriger des recherches
Professeur 1^{er} grade
Sous-section : Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique,
Anesthésiologie et Réanimation

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous accordez en présidant cette thèse.

Nous vous prions de trouver ici le témoignage de notre plus profond respect. Nous vous remercions pour votre attention que vous nous avez portée tout au long de ces années d'étude en particulier lors de mon passage à la commanderie.

A notre juge

AMBROSINI Pascal

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université Henri Poincaré, Nancy I
Vice Doyen au budget et aux affaires hospitalières
Habilité à diriger des Recherches
Professeur des Universités
Responsable de la Sous-section : Parodontologie

Vous avez bien voulu accepter la direction de cette thèse et nous
vous en sommes très reconnaissants.

A notre maître de thèse

MARTRETTE Jean-Marc

Docteur en chirurgie dentaire
Vice doyen à la pédagogie
Maître de Conférences des Universités
Sous-section : Sciences biologiques (Biochimie, Immunologie,
Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie pathologique,
Bactériologie, Pharmacologie)

Vous nous faites l'honneur de diriger cette thèse. Pour les connaissances théoriques et cliniques que vous nous avez données, trouvez dans ce travail l'expression de notre profonde reconnaissance.

A notre juge

JANOT Francis

Docteur en chirurgie dentaire
Docteur en Egyptologie
Habilité à diriger des recherches
Membre scientifique de l'IFAO du Caire

Vous avez bien voulu accepter la direction de cette thèse et nous vous en sommes très reconnaissants. Nous tenons à vous remercier pour votre très grande disponibilité, à l'attention dont vous avez fait preuve ainsi qu'à votre sympathie envers moi.

A notre juge

ARTIS Olivier

Docteur en Chirurgie Dentaire
Ex Attaché hospitalier universitaire
Ex Assistant hospitalier universitaire
Sous-section : Prévention, Epidémiologie, Economie
de Santé, Odontologie légale

Vous nous faites le grand honneur de juger cette thèse. Pour vos nombreux conseils tout au long de l'élaboration de ce travail et votre très grande disponibilité, trouvez dans cette thèse l'expression de notre reconnaissance et de tous nos remerciements. Mon passage au cabinet de la Commanderie en tant qu'assistante restera un très bon souvenir.

REMERCIEMENTS

A mes parents, à mon petit frère.

Merci de votre soutien pendant ces années d'études, vous m'avez aidé chacun à votre manière. Je vous remercie car sans vous je n'en serais certainement pas là. Je vous remercie.

A Oli.

Merci pour ton soutien de tous les instants (en particulier pour la thèse, même si parfois...). Je t'aime très fort. J'espère que l'on réussira ensemble tous nos projets que l'on a fait.

A mon grand père.

Merci d'être toujours présent dès que l'on a besoin de toi.

A lolotte.

Merci pour ta contribution à la dure élaboration de cette thèse car l'anglais n'est pas mon fort....Thank you...

A la famille Klemmer.

A mes copains, copines de la fac (Ballavoine en particulier...)

Je garderai de bons souvenirs de ces années d'étude... Je ne dirais qu'une chose qu'il faudra retenir pour l'avenir et nos vies futures : « Oh les cœurs !!!!!!! »

Aux chouchous choline et Lili.

SOMMAIRE

Introduction

I. Descriptions des techniques d'identification de l'âge en médecine légale chez l'adolescent :

1. Courbes de croissance
2. Etat de développement des caractères sexuels secondaires
3. Radiographie de la main et du poignet gauche
 - 3.1. La croissance des os courts
 - 3.2. Méthode selon Greulich et Pyle
 - 3.2.1. Avantages
 - 3.2.2. Inconvénients
 - 3.3. Méthode utilisant l'écographie : le système BonAge
 - 3.3.1. Avantages
 - 3.3.2. Inconvénients
 - 3.4. Méthode selon Tanner et Whitehouse
4. Radiographie de la clavicule
5. Radiographie du plastron sterno-caustale
6. Radiographie du bassin (technique de Risser)
7. Examen du coude (méthode de Sauvegrain et Nahum)
8. Examen d'oblitération des sutures crâniennes (méthode de Meindl et Lovejoy)
 - 8.1. Inconvénients
9. Examen du pubis

II. Descriptions des techniques d'identification de l'âge en odontologie légale:

1. Les différentes techniques d'estimation:

- 1.1. Technique de DEMIRJIAN
- 1.2. Technique de GLEISSER-HUNT
- 1.3. Technique de GUSTAFSON
- 1.4. Technique de LAMENDIN
- 1.5. Technique d'UBELAKER
- 2. Influence du sexe et des origines ethniques
 - 2.1. Le sexe
 - 2.2. Les origines
- 3. Les différentes modélisations de l'âge
 - 3.1. Les équations se rapportant à la modélisation
 - 3.2. Les tables de référence
 - 3.3. Quelles dents sélectionnées pour l'estimation de l'âge

III. Etude d'une technique d'estimation de l'âge utilisant la troisième molaire (méthode de Demirjian) :

- 1. Définition de la validation externe
- 2. Matériels et méthodes
- 3. Résultats de l'étude
- 4. Discussion
- 5. Conclusion

Conclusion

Table des figures

Bibliographie

Table des matières

INTRODUCTION

En retenant la période entre 11 ans (âge d'entrée dans l'enseignement secondaire) et 18 ans (âge de la majorité légale), la France compte près de 5,4 millions d'adolescents, soit 9% de la population totale.

Si la détermination de l'âge à l'adolescence est la plus difficile, elle est cependant la plus cruciale et la plus utile en pratique courante. En effet, à 15 ans ou à 18 ans, nous ne sommes pas égaux vis-à-vis de la loi (54).

La détermination de l'âge est donc un critère important dans les affaires judiciaires. La justice pénale a besoin, en présence d'un délinquant interpellé sans papier d'identité, de connaître son âge pour le placer éventuellement en garde à vue. En effet les poursuites étant différentes selon l'âge du sujet (10).

C'est par l'âge du prévenu au moment où les crimes où les délits ont été commis que l'on détermine la compétence des tribunaux (25).

L'importance de la détermination de l'âge des contrevenants dans le contexte de poursuites judiciaires a augmenté de façon significative ces dernières années. Ce développement reflète l'afflux grandissant d'émigrants dans nos pays (59).

Cependant **la détermination de l'âge ne peut s'inscrire que dans un cadre judiciaire**. Elle ne peut pas être sollicitée par des personnes privées. Les dispositions concernant l'état civil étant d'ordre public, elles ne seront mises en route que sur réquisition policière ou judiciaire, sur ordonnance du juge ou d'une chambre civile.

Par contre dans certains cas d'orthodontie, la sécurité sociale peut demander une estimation de l'âge concernant la prise en charge des traitements. Cependant ces déterminations ne pourront aboutir à un changement d'état civil (10).

L'intérêt de déterminer l'âge n'est pas un phénomène récent, mais une longue histoire. Dans la Rome ancienne, par exemple, les adolescents ont été considérés aptes pour le service militaire aussitôt que leurs deuxièmes molaires avaient fait leur éruption (59).

Depuis quelques années, la tendance a été de valider et de développer de nouvelles techniques ayant pour but la simplicité, la rapidité et la fiabilité de mise en œuvre afin que les utilisateurs (magistrats, officiers....) puissent y faire appel systématiquement sans risque d'erreur (1).

I. Descriptions des techniques d'identification de l'âge en médecine légale chez l'adolescent :

L'âge physiologique correspond à l'âge moyen auquel les individus d'une population atteignent une certaine étape du développement physiologique. Autrement dit, l'âge physiologique d'une certaine étape est calculé en réalisant la moyenne des âges chronologiques auxquels cette étape est atteinte dans une population. L'âge chronologique d'un enfant correspond à son âge au sens courant. L'âge chronologique, ou âge civil, doit donc être différencié de l'âge physiologique, ou âge biologique.

1. Courbes de croissance.

L'estimation de l'âge chez la personne vivante peut se faire à l'aide de la courbe de croissance.

Elles peuvent être représentées selon deux modalités :

- courbes ne présentant qu'une seule courbure (parabolique, logarithmique...)
- courbes en « S » à deux courbures.

Le sens de la courbure relève de deux facteurs importants intervenant au cours de la croissance, phénomène non linéaire (22) :

- la vitesse de croissance : constamment positive et croissante, elle est exprimée par la dérivée première :

$$V = y' = dy / dt$$

(Avec y = caractère analysé, taille, poids, longueur des membres)

- l'accélération : c'est la fluctuation de la vitesse de croissance, de signe variable. Le sens de la courbure (concavité de la courbe) est déterminé par la dérivée seconde :

$$\gamma = y'' = d^2y / dt^2$$

En passant de valeurs positives en valeurs négatives, la courbe va présenter des points d'inflexion.

Le professeur Michel SEMPE (22) a suivi 497 enfants, de la naissance à la fin de la croissance pour certains d'entre eux, soit pendant près de 20 ans entre 1953 et 1975. Ces enfants ont été en particulier mesurés et pesés avec des radiographies du poignet de la main gauche (plus de 5000 radios) permettant l'évaluation de la maturation osseuse. Cette étude a été appelée l'étude auxologique française du centre international de l'enfance.

Ces données ont permis d'élaborer des courbes de croissance et de développer une méthode d'évaluation de la maturation osseuse.

Ci-dessous, les courbes de croissance.

HOPITAL D'ENFANTS - C.H.R.U. NANCY

CROISSANCE SOMATIQUE DES FILLES DE LA NAISSANCE A 19 ANS

NOM : _____

Prénom : _____ Sexe : ♀

Date de naissance : _____

N° du dossier : _____

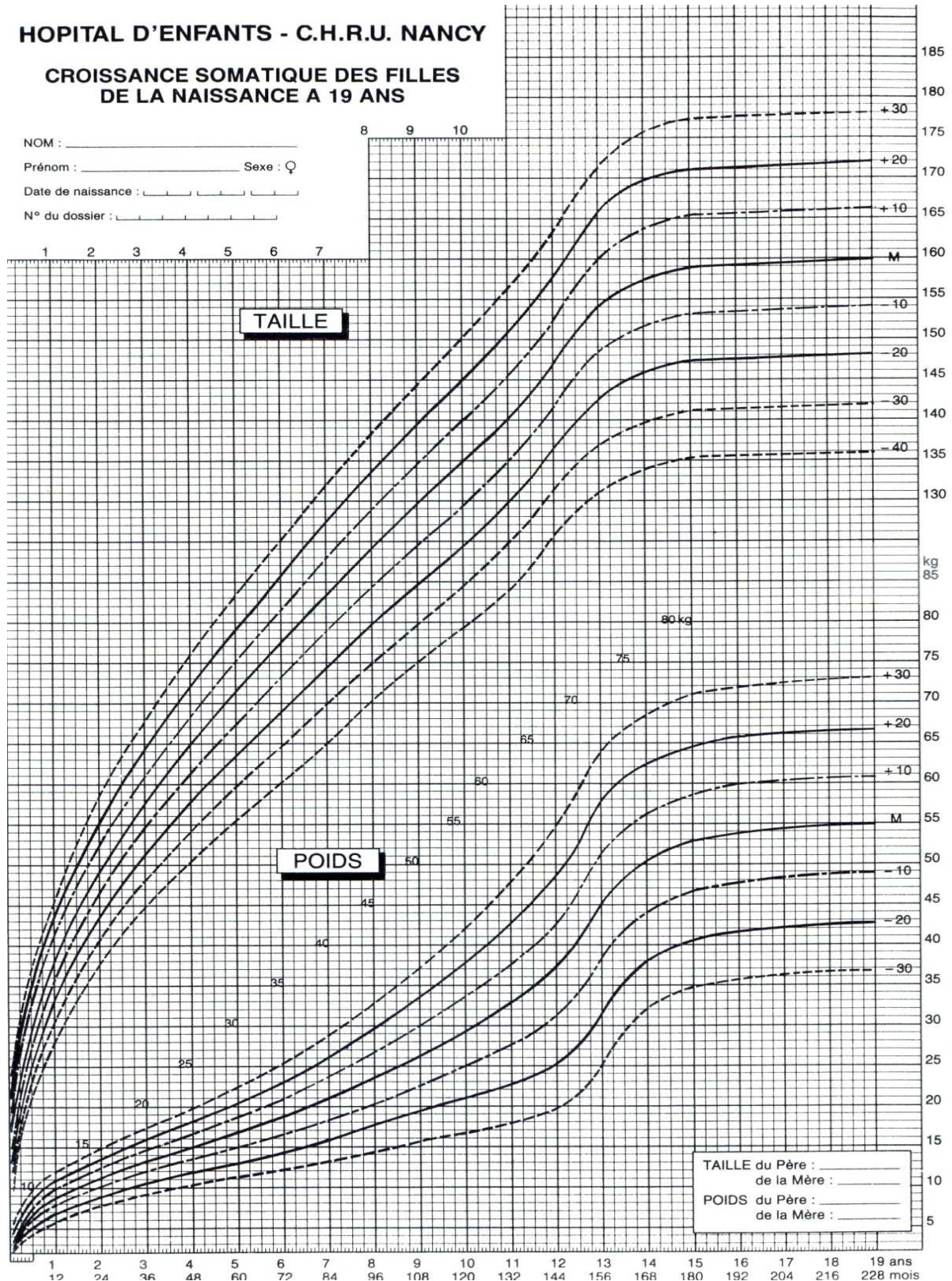


Figure 1. Croissance somatique des filles de 0 à 19 ans (22).

HOPITAL D'ENFANTS - C.H.R.U. NANCY

CROISSANCE SOMATIQUE DES GARÇONS DE LA NAISSANCE A 19 ANS

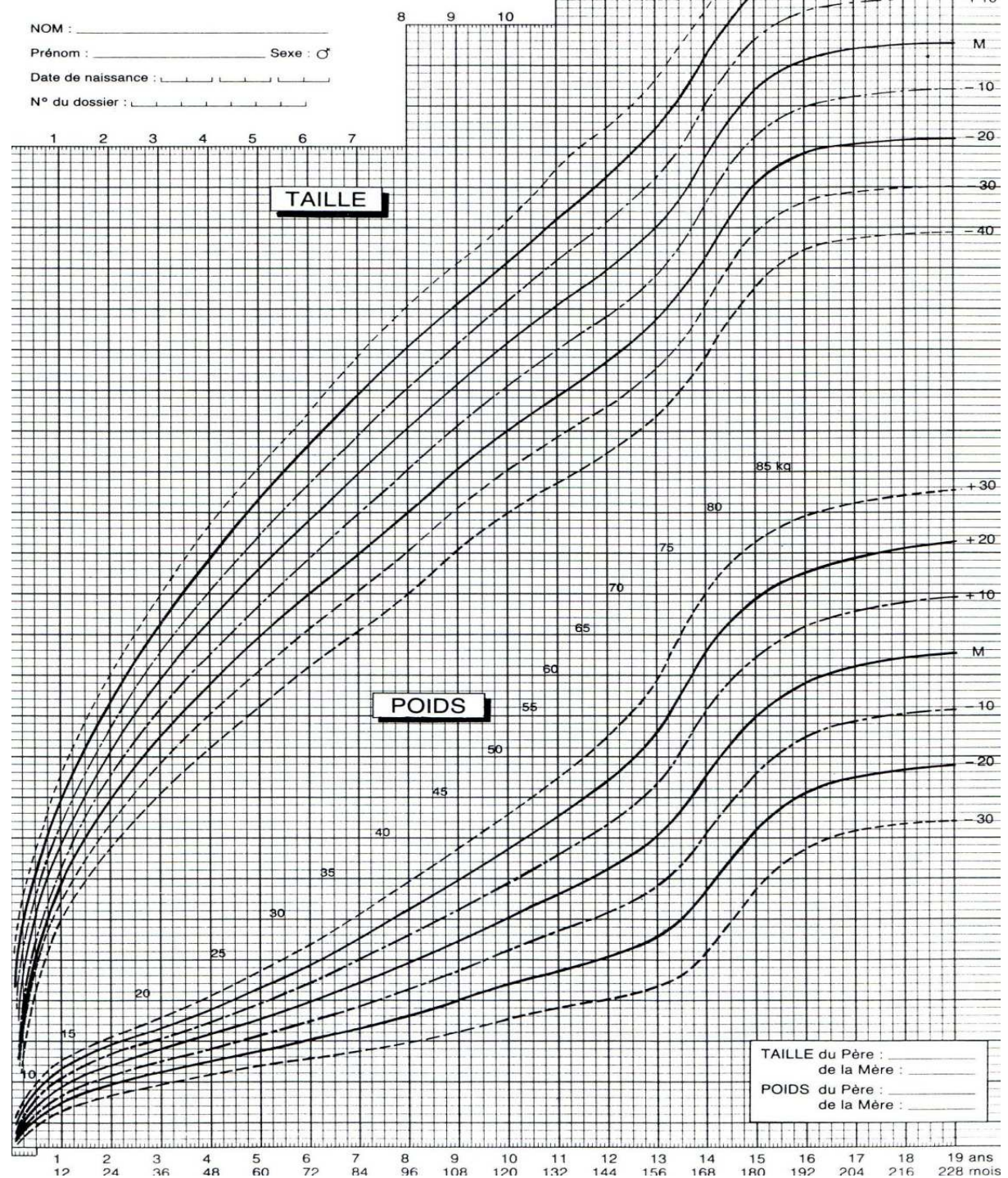


Figure 2. Croissance somatique des garçons de 0 à 19 ans (22).

La vitesse de croissance a une cinétique tout à fait particulière. En effet, les enfants prennent pratiquement 25 cm pendant la première année. Cette vitesse n'est plus que de 12 cm/an environ à 2 ans. La vitesse de croissance va ensuite continuer à ralentir de façon très importante jusqu'au début de la puberté.

En effet lorsque la puberté s'engage, il existe une accélération très importante de la vitesse de croissance qui est une des caractéristiques de la puberté, parallèlement à l'acquisition des caractères sexuels secondaires.

On distingue très nettement le pic de croissance pubertaire sur les courbes suivantes.

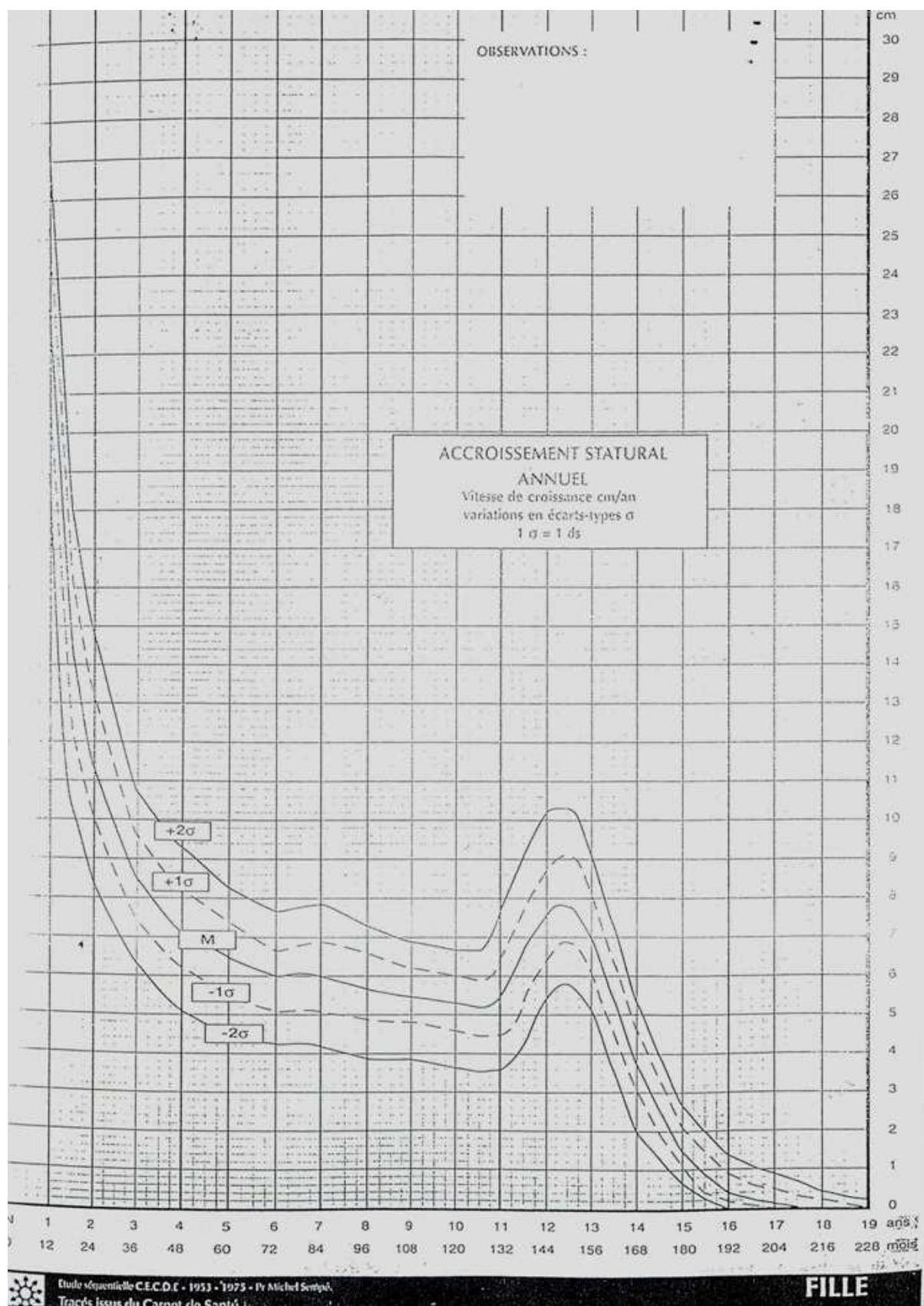


Figure 3. Accroissement statural des filles de 0 à 19 ans (22).

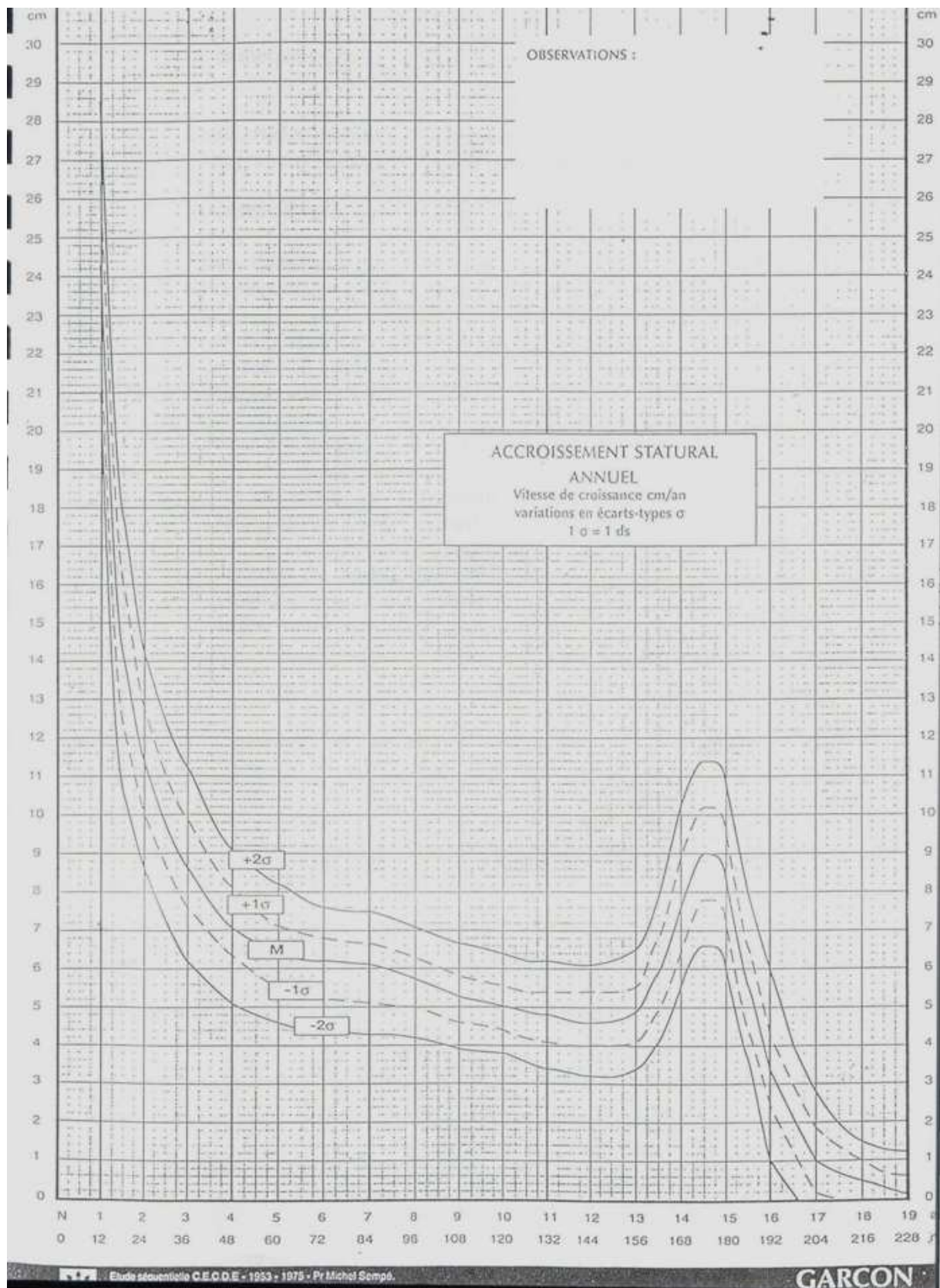


Figure 4. Accroissement statural des garçons de 0 à 19 ans (22).

Age en années	Vitesse de croissance chez la fille en cm/an	Vitesse de croissance chez les garçons en cm/an
Avant 1 an	25	25
5 ans	7	7
8 ans	6	6
10 ans	5	5
12 ans	8	4
13 ans	7	ns
14 ans	3	9
15 ans	2	8
16 ans	0	5
18 ans	0	1

Figure 5. Relation entre l'âge et la vitesse de croissance dans les deux sexes.

2. Etat de développement des caractères sexuels secondaires.

La puberté est la période de transition entre l'âge enfant et l'âge adulte. Elle est caractérisée par des transformations somatiques, morphologiques, psychoaffectives et hormonales.

La séquence des événements est toujours identique en ce qui concerne les individus normaux, elle varie cependant suivant les individus (22).

Une des étapes de cette maturation est l'acquisition des caractères sexuels secondaires. La moyenne des différents âges chronologiques auxquels les caractères sexuels secondaires apparaissent au sein d'une population constitue l'âge physiologique de la puberté. Selon le sexe, l'origine géographique et le niveau socioéconomique notamment, il existe une variabilité polyfactorielle au sein des âges chronologiques à la puberté représentée par l'âge physiologique à la puberté.

Filles	Garçons
Développement mammaire	Développement du pénis et des testicules
Apparition du duvet pubien et axillaire	Pilosité pubienne, axillaire, faciale
Elargissement des hanches	Changement de voix
1 ^{ère} menstruation	Première éjaculation

Figure 6. Phases de développement des caractères sexuels secondaires (48).

C'est en 1962 que TANNER décrit le déroulement normal de la puberté en fonction de l'absence ou de la présence de certains caractères sexuels secondaires (16).

Les critères d'appréciation sont :

- Le développement de seins et de la pilosité pubienne, pour les filles.
- Le développement des organes génitaux externes et de la pilosité pubienne, pour les garçons.

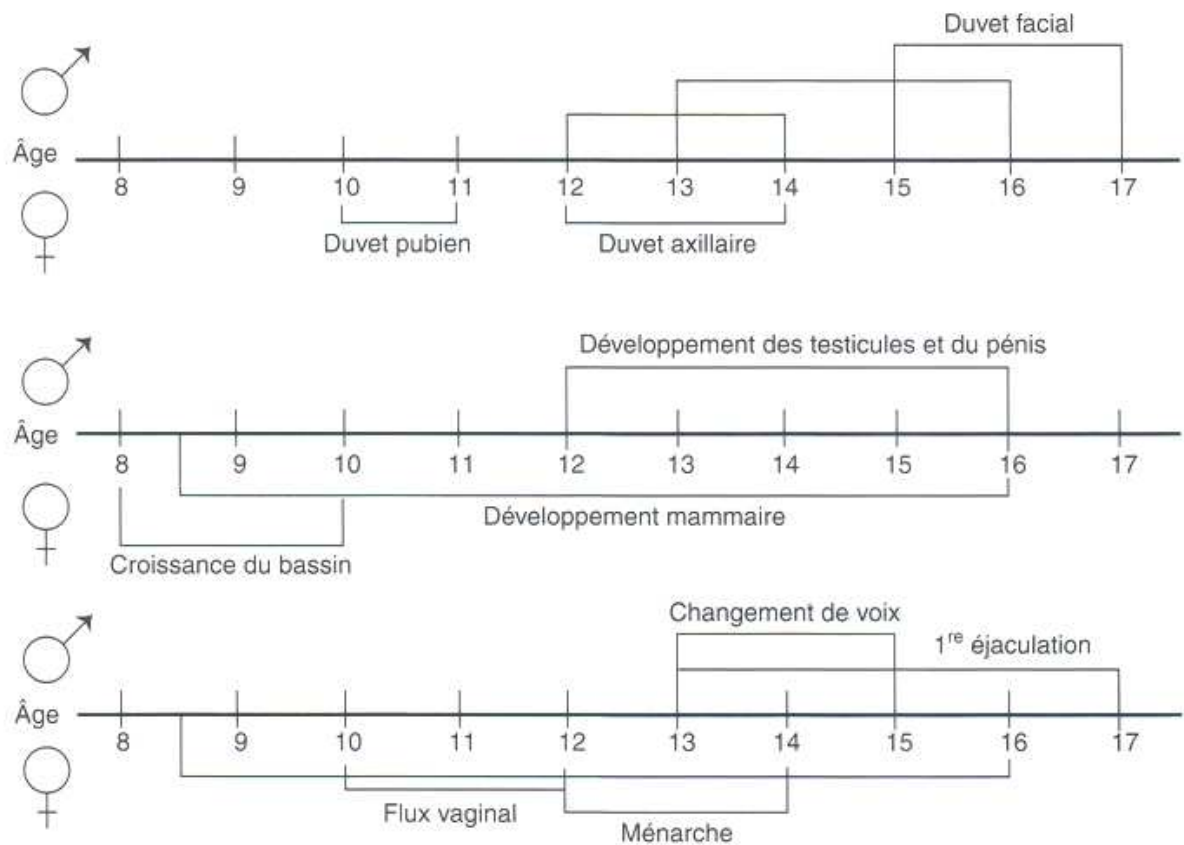


Figure 7. Variabilité temporelle d'apparition des caractères sexuels secondaires (48).

- **Chez la fille :**

- L'apparition des bourgeons mammaires est le meilleur repère du début de la puberté, c'est-à-dire vers 11 ans, suivi de quelques mois par l'apparition de la pilosité pubienne et/ou des grandes lèvres.
- La pilosité axillaire est observée 12 à 18 mois après la pilosité pubienne aux stades 3 et 4 du développement mammaire.
- Les règles apparaissent 18 mois à 2 ans après les premiers signes de puberté.
- Les organes génitaux externes se transforment : la vulve prend une disposition horizontale du fait de la bascule en avant du bassin, les petites lèvres se développent, la muqueuse vaginale qui était sèche et rouge devient luisante et rosée, des leucorrhées apparaissent avant les règles, ces dernières étant observées avant 13 ans chez la moitié des filles.

Stades	Age	Aspect clinique
S1	<11 ans	Pré adolescence. Seule une simple élévation du mamelon peut être notée.
S2	11 ans	Etape du bouton mammaire. La poitrine montre une discrète saillie incluant le mamelon. Une légère augmentation du diamètre de l'aréole mammaire est observée.
S3	12 ans	Phase pré-ménarchéale immédiate. Elle se caractérise par une augmentation de dimension de la poitrine et par la surélévation de la poitrine et de l'aréole.
S4	12,5 ans	Phase post-ménarchéale. L'aréole et le mamelon se projettent vers l'avant, formant une surélévation secondaire et donnant lieu à des contours différenciés.
S5	>13 ans	Etape adulte. Seul le mamelon est encore projeté en avant, l'aréole se confond avec le contour général du sein.

Figure 8. Stades de développement mammaire (S) selon TANNER (48).

Cependant certaines femmes ne dépassent pas le stade 5 et restent au stade 4. On observe d'un autre côté des retours de développement du niveau 5 au niveau 4, liés à la situation hormonale de la femme.

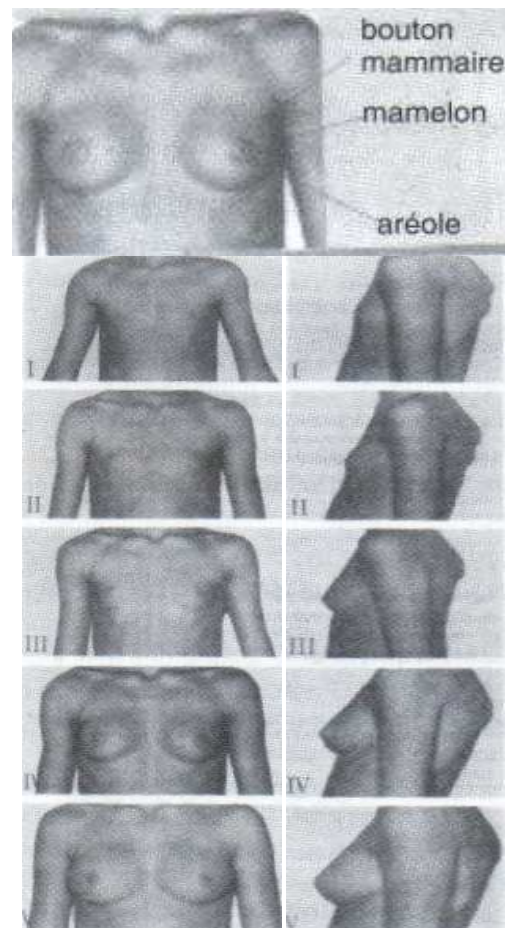


Figure 9. Illustration des stades de développement mammaire (48).

- I. Préadolescence. Seule existe l'élévation du mamelon.**
- II. Étape du bouton mammaire. Croissance de la glande mammaire, sans surpasser l'aréole, qui est soulevée.**
- III. Développement important de la poitrine et de l'aréole, mais sans séparation de leurs contours. La croissance du mamelon s'initie.**
- IV. Croissance de l'aréole et du mamelon, les trois contours apparaissent.**
- V. Poitrine adulte. Seul le mamelon est proéminent, l'aréole étant située au niveau du contour général de la poitrine.**

- **Chez les garçons :**

- C'est l'augmentation du volume testiculaire dans la douzième année qui inaugure la puberté, à peu près contemporaine des premières modifications du scrotum et du pénis, très rapidement suivies de la pilosité pubienne.
- La pilosité axillaire apparaît le plus souvent aux stades 3 et 4 de la classification de Tanner.
- La pilosité faciale survient plus tardivement, entre 15 et 20 ans, c'est-à-dire plusieurs années après le stade testiculaire adulte.
- La mue de la voix coïncide en général avec les stades 4 et 5.

Stade	Age	Aspect clinique
P1	<10 ans	Préadolescence. Les testicules, scrotum et pénis sont quasi de même dimension, coloration et forme, qu'ils ne l'étaient dans la période infantile.
P2	10,5 ans	Le scrotum et les testicules augmentent légèrement de grandeur passant de 1-2 ml à 4-5ml. La peau du scrotum rougit, modifiant de plus sa texture. Le développement n'est pas important.
P3	12 ans	Les testicules et le scrotum continuent à augmenter de volume, mais l'accroissement de grandeur du pénis en longueur est appréciable.
P4	13 ans	Le pénis augmente aussi en volume et est de diamètre plus élevé. Testicules et scrotum continuent à croître et la peau du scrotum devient beaucoup plus foncée.
P5	13,5 ans	Phase adulte. Les dimensions, coloration et forme sont typiques de l'homme adulte, et la pilosité pubienne s'établit aussi définitivement. Les dimensions finales sont variables mais ne sont pas liées à une efficacité fonctionnelle, à l'exception des cas de sous-développement notoire.

Figure 10. Stades de développement des organes génitaux externes masculins selon TANNER (48).

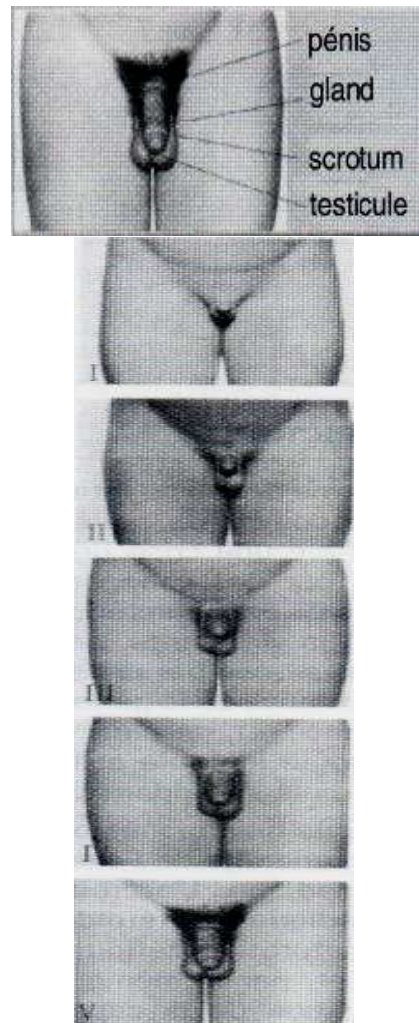


Figure 11. Illustration des stades de développements des organes externes masculins (48)

- I. Préadolescence : scrotum, testicules, pénis sont quasi de même grandeur et forme que pendant l'enfance.**
- II. Le scrotum et les testicules augmentent légèrement de grandeur. La peau du scrotum rougit et s'est modifiée de texture. Le développement du pénis n'est pas important ou n'existe pas.**
- III. Testicules et scrotum sont plus développés que dans la phase II. Le pénis grandit légèrement surtout en longueur.**
- IV. Augmentation de diamètre et développement du gland. Les testicules et le scrotum sont plus développés que dans la période précédente et la peau du scrotum est de couleur plus obscure.**
- V. Les organes génitaux sont de grandeur et de forme adulte.**

3. Radiographie de la main et du poignet gauche.

3.1. La croissance des os courts :

Les os courts ont une croissance concentrique évoluant de l'extérieur vers l'intérieur. Mais la configuration définitive de ces os va dépendre des tensions engendrées par l'insertion des muscles.

L'ossification débute pendant la vie fœtale, et se poursuit durant l'enfance et l'adolescence, se terminant aux environs de 20-25 ans. Durant ces périodes la majeure partie de la masse osseuse se forme. Et c'est à ces âges que des processus pathologiques peuvent provoquer des altérations de la formation de l'os (48).

Le choix s'est porté sur les os de la main et du poignet car ce sont des os faciles d'accès et dont la radiographie n'affecte pas l'individu.

Les méthodes radiographiques, que ce soit du poignet, du coude, de la cheville sont basées sur le même principe. Elles consistent en la comparaison d'un nombre notable de radiographies, regroupées dans un atlas et réalisées selon certains critères, afin d'établir une séquence de changements d'ossification. On compare la radiographie de l'enfant à une radiographie la plus ressemblante de l'atlas. Celle qui s'y rapproche le plus correspond à son âge osseux.

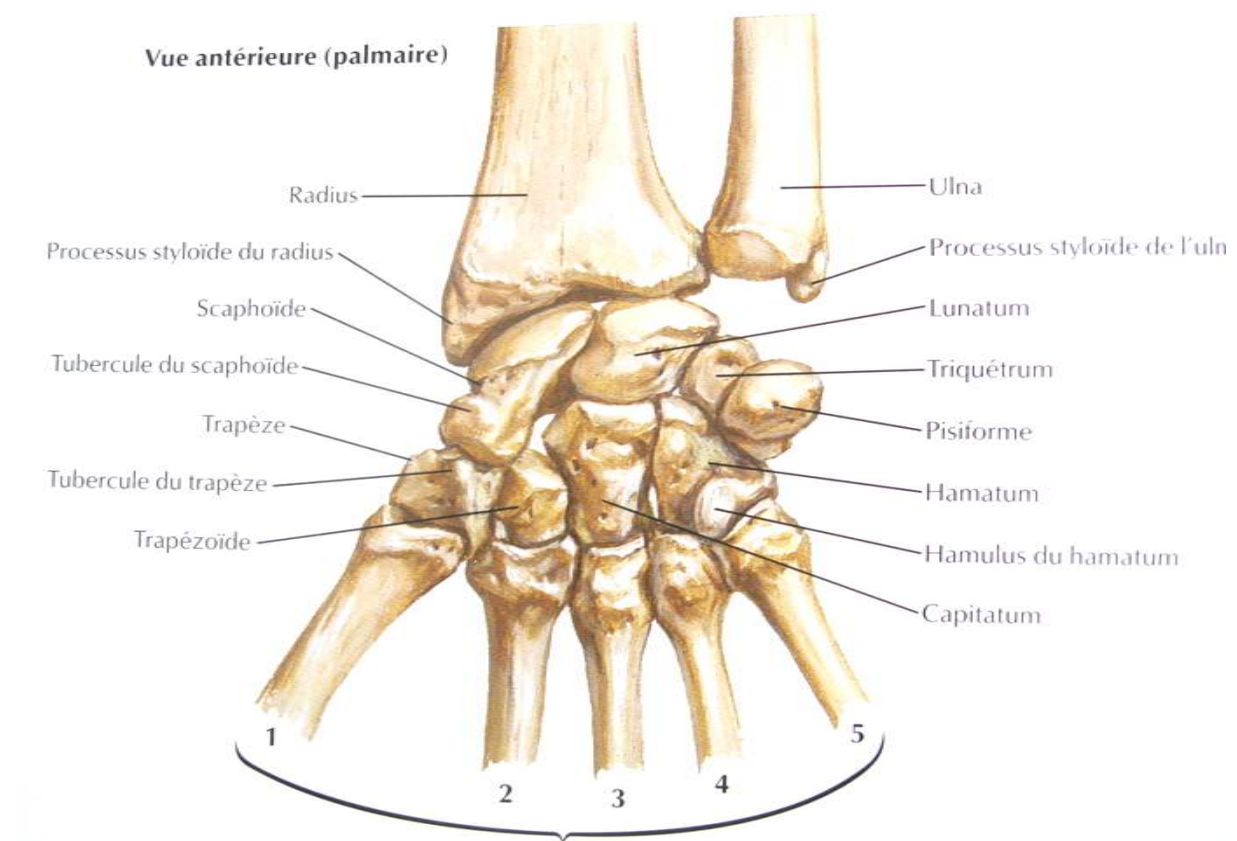


Figure 12. Anatomie de la main, vue antérieure (38).

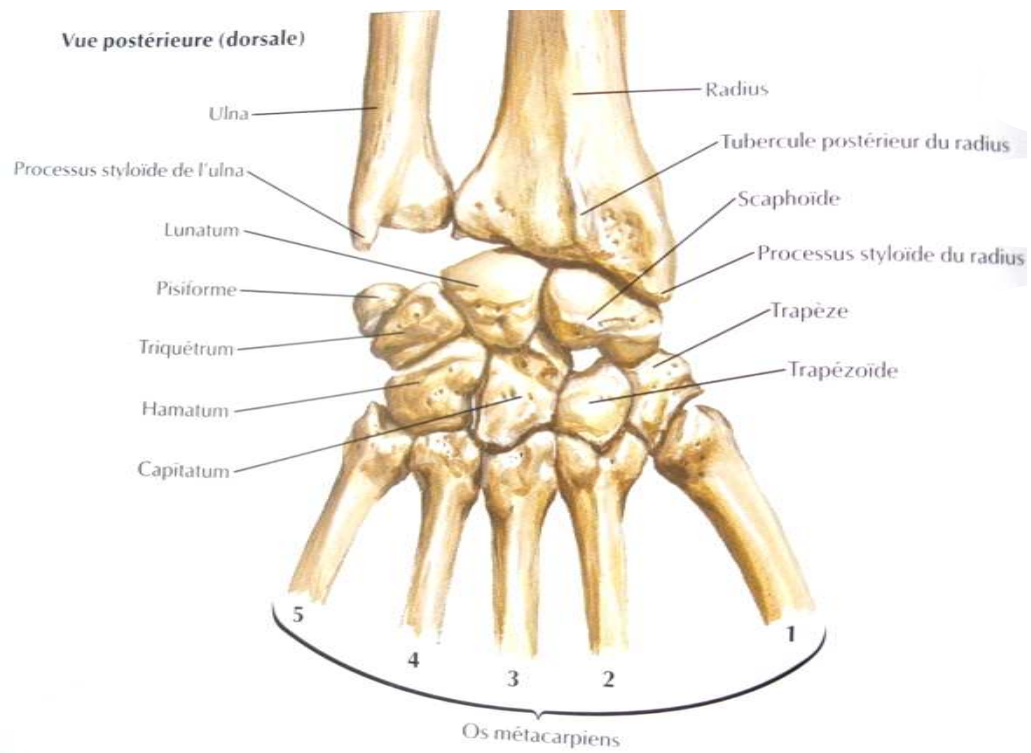


Figure 13. Anatomie de la main, vue postérieure (38).

3.2. Méthode selon Greulich et Pyle:

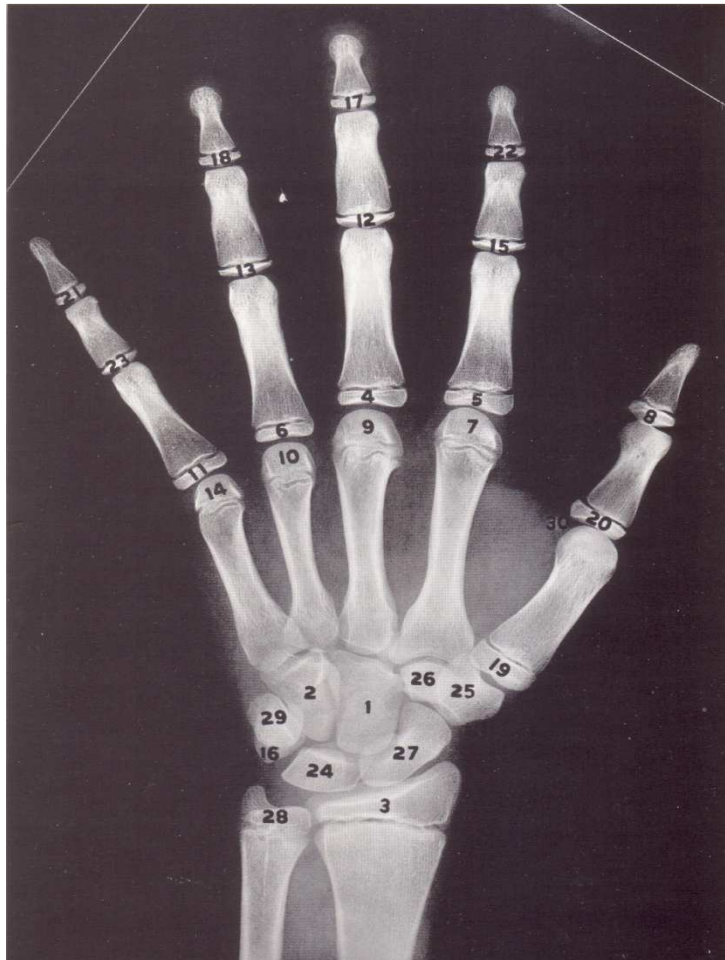


Figure 14. Points de repères radiographiques (17).

- | | |
|--|--|
| 1. Capitulum | 15. Epiphyse de la 2 ^{ème} phalange moyenne |
| 2. Hamatum | 16. Triquétrum |
| 3. Epiphyse distale du radius | 17. Epiphyse de la 3 ^{ème} phalange distale |
| 4. Epiphyse de la 3 ^{ème} phalange proximale | 18. Epiphyse de la 4 ^{ème} phalange distale |
| 5. Epiphyse de la 2 ^{ème} phalange proximale | 19. Epiphyse du 1 ^{er} métacarpien |
| 6. Epiphyse de la 4 ^{ème} phalange proximale | 20. Epiphyse de la 1 ^{ère} phalange proximale |
| 7. Epiphyse du 2 ^{ème} métacarpien | 21. Epiphyse de la 1 ^{ère} phalange distale |
| 8. Epiphyse de la 1 ^{ère} phalange distale | 22. Epiphyse de la 3 ^{ème} phalange distale |
| 9. Epiphyse du 3 ^{ème} métacarpien | 23. Epiphyse de la 5 ^{ème} phalange moyenne |
| 10. Epiphyse du 4 ^{ème} métacarpien | 24. Lunatum |
| 11. Epiphyse de la 5 ^{ème} phalange proximale | 25. Trapèze |
| 12. Epiphyse de la 3 ^{ème} phalange moyenne | 26. Trapézoïde |
| 13. Epiphyse de la 4 ^{ème} phalange moyenne | 27. Scaphoïde |
| 14. Epiphyse du 5 ^{ème} métacarpien | 28. Epiphyse distale de l'ulna |
| | 29. Pisiforme |
| | 30. Sésamoïde |

La méthode de Greulich et Pyle (développée en 1959) est la plus utilisée. Elle a été élaborée à partir d'une série d'enfants nord-américains, de niveau aisé sur une période allant de 1931 à 1942 (34). C'est une méthode qualitative (48). De plus aucune différence raciale n'a été démontrée à ce jour. Aux USA par exemple, il n'existe pas d'atlas séparés pour les différentes composantes raciales de la population (1).

76% des médecins utiliseraient l'atlas de Greulich et Pyle afin de déterminer l'âge.

La méthode de Greulich et Pyle permet d'évaluer la maturation osseuse chez l'enfant à partir de 2 ans et ce jusqu'à la fin de la croissance. **Elle consiste à comparer la radiographie du poignet gauche à un atlas d'images de référence.** La région de la main et du poignet est le meilleur indicateur de maturation squelettique, particulièrement parce qu'elle englobe un grand nombre de point d'ossification sur une surface réduite.

Cet atlas a été réalisé à l'aide de radiographies prise à intervalles de 3 mois pour la première année, de 6 mois pour les âges entre 1 et 15 ans et d'un an ensuite jusqu'à l'âge de 19 ans (10).

La lecture des radiographies doit être effectuée par un lecteur entraîné tel que radio-pédiatre ou pédiatre spécialisé dans les anomalies de la croissance. Elle permet dans la plupart des cas **une évaluation à 6 mois près.**

Il existe cependant dans certains cas relativement rares des situations où l'âge de développement et l'âge réel n'est pas concordant.

On peut noter quatre points importants :

- Les radiographies doivent faire l'objet d'une double lecture, dont une au moins par un spécialiste de radio ou d'endocrino-pédiatrie.
- L'examen clinique des caractères pubertaires doit s'effectuer en milieu spécialisé et s'entourer des précautions qui se réfèrent aux règles de bonne pratique médicale et du respect de l'individu. Comme par exemple la mesure du volume testiculaire chez les garçons et l'échographie pelvienne chez les filles.
- Le suivi pendant 6 mois de l'évolution des différents paramètres est un moyen fiable de vérifier l'âge lors du premier examen (1).
- cette méthode utilise des radiations ionisantes.

Afin d'affiner la détermination, il est conseillé une double lecture de l'âge osseux complétée par l'examen pubertaire en milieu spécialisé.

Récemment, de nombreuses études ont été menées sur des volontaires sains appartenant à une population plus moderne que celle utilisée par Greulich et Pyle. De nouvelles radiographies

ont été réalisées selon le modèle de Greulich et Pyle et les auteurs ont conclu que l'atlas de Greulich et Pyle était toujours applicable aux populations que nous rencontrons aujourd'hui. Quelques différences entre l'âge squelettique et l'âge chronologique ont été observées, mais celles-ci ne dépassaient pas un an.

Atlas radiographique chez les filles selon Greulich et Pyle.



Figure 15. Age squelettique de 1 an (17).

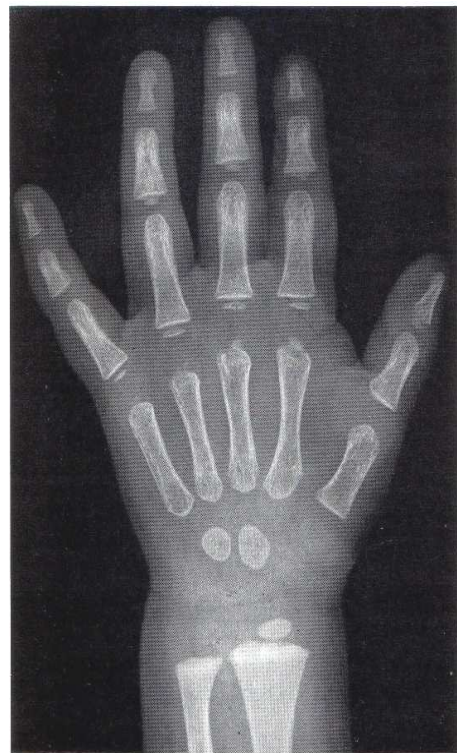


Figure 16. Age squelettique de 1 an et 6 mois (17).



Figure 17. Age squelettique de 2 ans (17).



Figure 18. Age squelettique de 2 ans et 6 mois (17).



Figure 19. Age squelettique de 3 ans (17).



Figure 20. Age squelettique de 4 ans (17).



Figure 21. Age squelettique de 5 ans (17).



Figure 22. Age squelettique de 7 ans et 10 mois (17).



Figure 23. Age squelettique de 8 ans et 10 mois (17).



Figure 24. Age squelettique de 10 ans (17).

Atlas radiographique chez les garçons selon Greulich et Pyle :

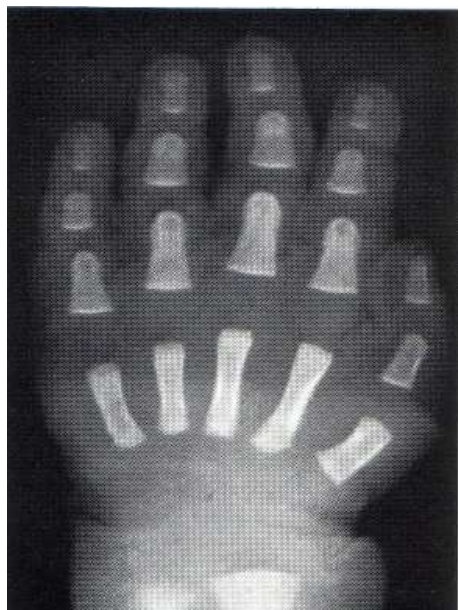


Figure 25. Age squelettique d'un nouveau né (17).



Figure 26. Age squelettique de 6 mois (17).



Figure 27. Age squelettique de 1 an (17).



Figure 28. Age squelettique de 2 ans (17).



Figure 29. Age squelettique de 3 ans (17).



Figure 30. Age squelettique de 4 ans (17).



Figure 31. Age squelettique de 7 ans (17).



Figure 32. Age squelettique de 8 ans (17).



Figure 33. Age squelettique de 9 ans (17).

3.2.1. Avantages :

- Cette méthode de Greulich et Pyle est universellement utilisée parce que simple et rapide à mettre en place. Elle permet d'autre part d'apprécier avec une bonne approximation l'âge de développement d'un adolescent **en dessous de 16 ans**.

Une étude utilisant la méthode de Greulich et Pyle a été réalisée, elle a pour but d'évaluer la pertinence de cette méthode (45).

649 radiographies de la main gauche ont été regroupées dans une analyse rétrospective en sélectionnant des enfants et adolescents âgés entre 1 et 18 ans, et en les séparant d'autre part selon le sexe. L'étude se compose de 303 adolescents de sexe féminin et de 346 adolescents de sexe masculin. Les radiographies ont été regroupées entre 1986 et 2002 par un radiologue à Papenburg en Allemagne.

Tous les patients inclus dans l'étude sont des enfants et des adolescents présentant un développement normal pour leur groupe d'âge respectif. Les individus présentant des désordres de développement osseux sont exclus de l'étude. D'autre part l'échantillon examiné est représentatif de la classe moyenne dans la population Allemande.

Dans chaque cas l'âge osseux est déterminé sur la base de l'atlas de Greulich et Pyle. Dans ce but, les radiologues ont comparé l'évolution de l'ossification de ces radiographies de la main avec les indicateurs de maturation des radiographies de Greulich et Pyle. L'âge squelettique du patient est relié au standard de l'atlas de Greulich et Pyle qui s'en rapproche le plus.

Les radiographies de ces 649 patients font l'objet d'une double lecture par des radiologues exercés.

L'étude montre une bonne relation entre l'âge estimé selon la méthode de Greulich et Pyle et l'âge chronologique du patient.

3.2.2. Inconvénients :

- Chez le garçon pour la période 10-12 ans, la lecture de l'âge osseux doit être complétée par la mesure du volume testiculaire qui commence à augmenter au dessus de ses dimensions impubères à partir de 11 ans.
- Dans les 2 sexes au delà de 15 ans, et en particulier chez les garçons, cette technique s'avère imprécise. L'examen du développement pubertaire, complété au besoin d'une mesure de la hauteur utérine à l'échographie pelvienne chez la fille, renforcera la précision de la lecture.
- Il existe aussi une imprécision chez les adolescents ayant une puberté prématurée. L'âge moyen de début de la puberté chez la fille est de 10,5 – 11 ans, or certaines filles commencent à présenter des signes pubertaires à partir de 8-9 ans.
- Il en est de même pour les retards simples de l'adolescence. Comme par exemple chez le garçon qui peut présenter un retard de maturation global portant sur la taille, le volume testiculaire.
- Basée sur une comparaison globale de multiples facteurs de façon subjective.
- Au dessus de 16 ans et en dessous de 18 ans, la méthode devient imprécise et ne permet pas de distinctions nettes (1).

3.3. Méthode utilisant l'échographie : Le système BonAge:

Ce système est composé d'une unité centrale qui contient une interface, d'un logiciel de calcul logarithmique et d'une unité de mesure qui comprend une sonde ultrasonique.

L'unité de mesure est formée d'un transmetteur qui émet les ultrasons et d'un émetteur.

Le patient doit être immobile pendant la mesure, pour cela on utilise un accoudoir qui permet de stabiliser la main et le poignet du patient. De plus, le manipulateur aura pris soin de marquer la position de l'extrémité distale de l'ulna ainsi que la position du processus styloïde afin d'éviter toute erreur de mesure.

Les ultrasons sont focalisés sur la région du poignet où un grand nombre de points d'ossification sont présents pendant la croissance.

Cette technique utilise les propriétés physiques de l'épiphyse distale du radius et de l'ulna. Les ultrasons ont une fréquence de 750 kHz et sont transmis à travers le poignet gauche.

11 mesures sont réalisées. Cela s'effectue rapidement en quelques minutes.

Ces mesures passent à travers l'interface puis sont envoyées au logiciel de calcul qui va analyser la vitesse d'onde des ultrasons.

Le logiciel de calcul analyse les mesures selon le sexe et les origines ethniques (34).

3.3.1. Avantages :

Cette technique comporte de nombreux avantages :

- Sa rapidité de mise en œuvre.
- Sa fiabilité.
Elle est aussi précise que la technique de Greulich et Pyle. Selon une étude menée par Mentzel sur 65 patients, aucune différence n'a été observée entre le système BonAge et la méthode de Greulich et Pyle (34).
- Par d'irradiation par rapport aux techniques radiologiques conventionnelles (Greulich et Pyle).
- Sa facilité d'accès.

Les meilleurs indicateurs de la croissance sont :

- La partie proximale de l'humérus.
- La partie distale du radius.
- La crête iliaque.
- La tête fémorale.
- La partie médiane de la clavicule.

3.3.2. Inconvénients :

- Le système ne dispose pas de données suffisantes pour les enfants en dessous de 5 ans. La raison pour laquelle les mesures sont impossibles pour les enfants dont l'âge est inférieur à 5 ans est que ce système demande un degré de coopération de la part de l'enfant qui doit garder son bras immobile pendant la mesure.

3.4. Méthode selon Tanner et Whitehouse :

Cette troisième méthode est une technique quantitative. Elle consiste à attribuer une cotation à chaque os considéré. On transforme ces changements morphologiques des os en données numériques, cela permet le calcul de paramètres statistiques.

Cette méthode réalisée en 1962 nommée TW1 puis modifiée en 1983 et renommée TW2 puis de nouveau modifiée en 2001 (TW3) a été réalisée sur trois milles enfants écossais d'origine sociale très variée nés dans les années 1950.

On utilise des radiographies types représentant huit phases distinctes de maturation de chacun des os choisis. Chaque phase de chaque os possède sa propre cotation, cette dernière étant moins élevée si l'ossification est réduite. La somme des cotations de tous les os d'un individu est l'estimation de sa maturation osseuse. A partir de cette somme, des normes s'élaborent par le calcul de percentiles. La comparaison d'une radiographie d'un enfant examiné avec ces normes va permettre de connaître son niveau de maturation squelettique. La cotation globale

obtenue est la somme des cotations partielles de chaque os et elle se compare avec la table de percentiles pour sa population, en y attribuant un âge osseux (48).

Cette méthode prend en compte un certain nombre d'os de la main et du poignet. Trois possibilités peuvent être réalisées :

- Le premier choix est de prendre en compte 20 os (radius, cubitus, os du carpe à l'exception du pisiforme, os du métacarpe et les phalanges du 1^{er}, 3^{ème}, 5^{ème} doigt). C'est le « TW20 ».
- Le deuxième choix est de prendre en compte 13 os (Radius, Ulna, Short bones). C'est le « RUS maturity score ».
- Le troisième choix est de prendre en compte les os du carpe. C'est le « carpals maturity score ».

Chaque os étudié est divisé en 8 ou 9 stades (A à H ou I). La somme des scores de toutes les pièces osseuses ainsi obtenue constitue la maturation osseuse globale en fonction du type de score choisi (TW20, RUS, CARPAL). C'est le score RUS qui paraît le mieux corrélér à l'âge et c'est donc celui-ci qu'il faut choisir en priorité (3).

L'avantage de cette méthode est de fournir des données numériques, ce qui permet d'utiliser des méthodes statistiques.

Un autre avantage de cette méthode « os par os » est la faible tentation du lecteur d'être influencé par le degré de maturation atteint par les autres os de la main.

L'inconvénient de cette méthode est sa complexité. Elle utilise un nombre de degrés de maturation différents selon les indicateurs et une difficulté d'appréhension de certains degrés. C'est pourquoi elle nécessite un apprentissage prolongé. Sur un même cliché, l'os le plus mature ou le moins mature peut faire varier les résultats de 3 mois à 1 an.

Cette méthode reste cependant une méthode de référence.

4. Radiographie de la clavicule.

Kreitner (1998) a déterminé 4 stades de 11 à 29 ans. Son étude montre une très faible différence interethnique et semble assez reproductible.

Cette méthode permet d'estimer l'âge osseux après l'âge de 19 ans, ce qui peut compléter de façon intéressante les méthodes de Tanner et Whitehousse ainsi que celle de Greulich et Pyle.

Stades	Centre d'ossification	Cartilage épiphysaire	Trait de fusion épiphysaire	Estimation de l'âge	
				Sexe féminin	Sexe masculin
1	Non ossifié			Moins de 13 ans	Moins de 14 ans
2	Ossifié	Non ossifié		De 11 à 13 ans (début)	De 12 à 14 ans (début)
3		Partiellement ossifié		20 ans $\pm$ 2,1 (de 16 à 26,8 ans)	20,8 ans $\pm$ 1,7 (de 16,7 à 24 ans)
4		Totalement ossifié	Visible	Minimum 20 ans	Minimum 21 ans
5		Totalement ossifié	Disparu	26 ans	26 ans

Figure 34. Evolution du centre d'ossification de l'extrémité médiale de la clavicule (3).

5. Radiographie du plastron sterno-costale.

Cette méthode est très rapide et permet une estimation de l'âge au-delà de 15 ans (11).

Le plastron sterno-costal est radiographié à l'aide d'un appareil radiographique conventionnel.

Chaque critère est multiplié par un coefficient de pondération. La somme des critères pondérés est multipliée par 15 et correspond à l'âge physiologique estimé

Critères	Quantification (1 à 5)	Pondération	Critères pondérés
Déminéralisation osseuse (T)		×0,02	=
Fusion des pièces sternales (F)		×0,03	=
Minéralisation des cartilages costaux (C)		×0,03	=
Modifications des jonctions chondro-costales (CC)		×0,03	=
Modifications des jonctions chondro-sternales (CS)		×0,89	=
			somme×15=âge (ans)

Figure 35. Tableau de calcul de l'âge (11).

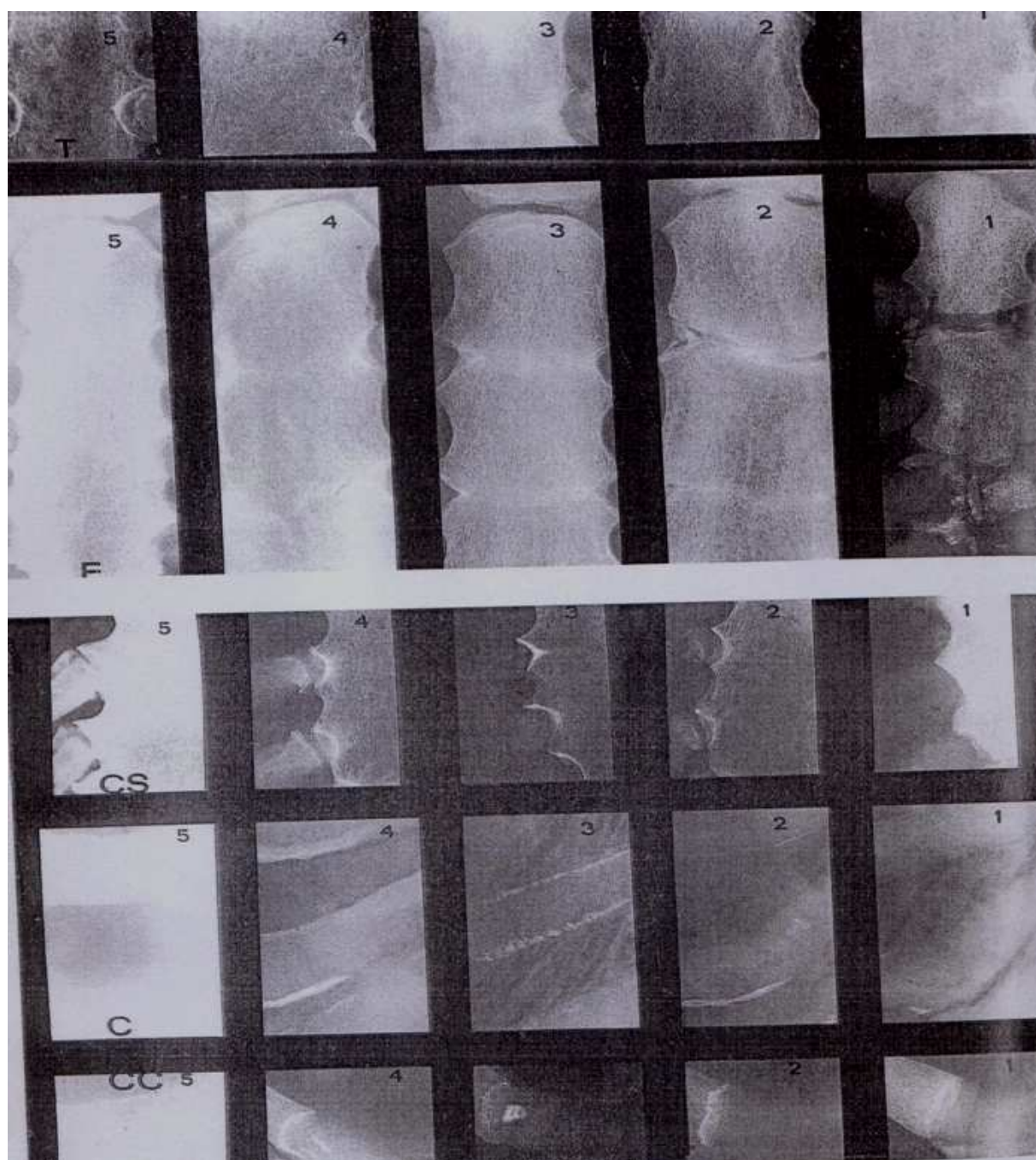


Figure 36. Radiographie du plastron-sternal (11).

6. Radiographie du bassin (technique de Risser) :

Les pièces osseuses constituant le bassin (ilion, ischion, pubis) sont unies par l'intermédiaire d'une structure cartilagineuse radio transparente, le cartilage en Y.

Les extrémités supérieures des fémurs sont entièrement cartilagineuses et radio-transparentes.

• De 3 à 6 mois :

Les noyaux fémoraux supérieurs sont ossifiés et les cotyles se creusent. Les noyaux peuvent présenter une apparition asymétrique, et des morphologies différentes (taille, contours, fragmentation).

A cet âge, l'identification se fait sur une radiographie de face du bassin.

Les trous obturateurs doivent être symétriques, le sacrum centré sur la symphyse pubienne et enfin le point sacré le plus bas doit être à hauteur des cartilages Y.

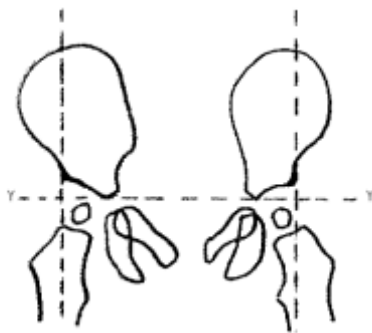


Figure 37. Configuration du bassin à l'âge de 3 mois (44).

Les éléments suivants permettent d'étudier la morphologie des articulations coxo-fémorales :

- Les noyaux fémoraux doivent être situés en dessous de la ligne horizontale passant par le cartilage en Y et en dedans de la verticale tangente au point le plus externe du toit du cotyle (correspondant au quadrant inféro-interne de la construction d'Ombredanne).
- Le point le plus haut de la métaphyse est situé sous la ligne des cartilages en Y. La distance entre le bord supérieur de la métaphyse et la ligne des cartilages doit être symétrique.
- L'angle acétabulaire formé entre le toit du cotyle et l'horizontale, est inférieur à 25° à l'âge de 5 mois.
- La ligne de Putti est une verticale tangente au point le plus interne de la métaphyse. Elle coupe le toit du cotyle dans sa moitié médiale (voir ci-dessous).

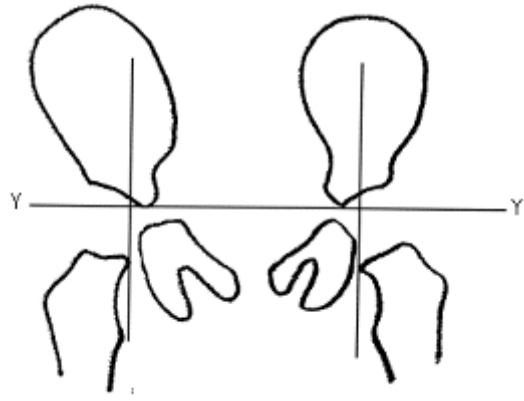


Figure 38. Configuration du bassin à l'âge de 6 mois (44).

- **Après 6 mois :**

L'ischion et le pubis fusionnent à partir de 4 ans.

Les petits trochanters apparaissent à 9 ans, les grands trochanters apparaissent vers 4 ans et fusionnent à 16 ans. A cet âge, l'épiphyse fémorale supérieure se soude et le cartilage en Y disparaît.

La position du noyau épiphysaire par rapport au col fémoral est déterminée par la ligne de Klein (figure ci dessous, numéro 2). Cette ligne, tangente au bord supéro-externe du col, coupe la tête fémorale vers le haut, déterminant un segment externe dont la surface doit être équivalente de chaque côté.

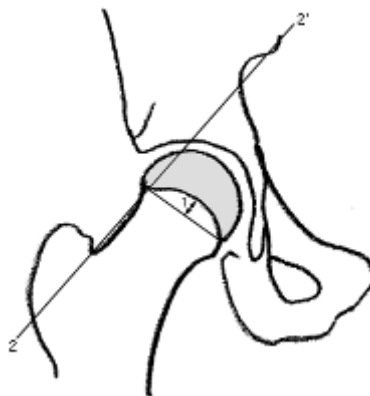


Figure 39. Configuration de la tête fémorale (44).

La fusion des crêtes iliaques est un repère permettant d'authentifier la fin de la croissance : c'est le test de Risser.

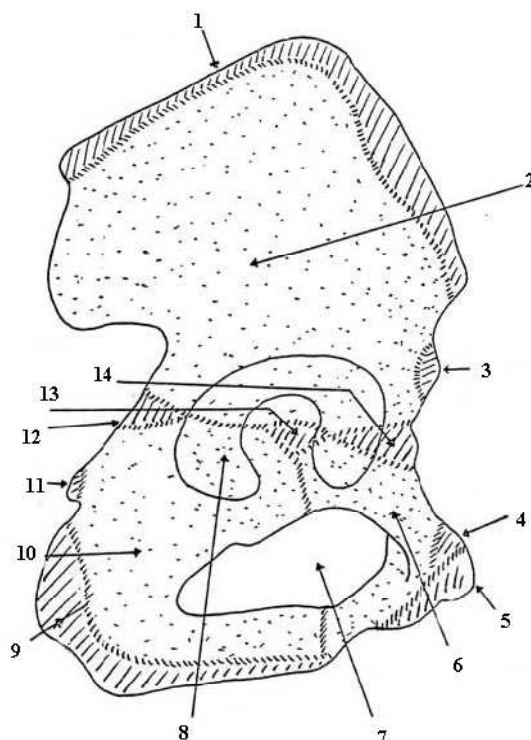
- **Le test de RISSER :**

Il étudie le noyau d'ossification secondaire des crêtes iliaques. Entre son apparition et sa fusion totale, on distingue cinq stades.

Les radiographies sont effectuées de face au niveau de la colonne lombaire et du bassin, en y incluant les crêtes iliaques.

Stades	Âge osseux		Remarques
	Fille	Garçon	
Risser I	>13 ans	>15 ans	Le stade I apparaît après la fusion de l'olécrâne à l'ulna et de l'épiphyse proximale de la phalange distale (PII) du pouce. C'est le début de l'ossification de la crête iliaque dans le sexe féminin.
Risser II	14 ans	16 ans	Début de l'ossification de la crête iliaque dans le sexe masculin
Risser III	14,5 ans	16,5 ans	Il reste 1 an de croissance. Extension de l'épiphyse de la crête iliaque au départ des deux centres d'ossification
Risser IV	15 ans	17 ans	Idem concernant la crête iliaque
Risser V	15,6 ans	17,6 ans	Début de la fusion de l'épiphyse de la crête iliaque.

Figure 40. Stades de Risser (3).



Principal iliaque (2)	45-50 ^{ème} jours embryonnaires
Principal ischiatique (10)	90 ^{ème} jour embryonnaire
Principal pubien (6)	120 ^{ème} jour embryonnaire
Crête iliaque (1)	15-16 ans à 25 ans
Epine iliaque antéro-supérieur (3)	14-15 ans à 21-25 ans
Cotyloïdien antérieur (14)	12 ans
Cotyloïdien central (13)	13-14 ans
Cotyloïdien postérieur (12)	13-14 ans
Epine ischiatique (11)	16 ans
Epine pubienne (4)	18 ans
Angle pubien (5)	19-20 ans

Figure 41. Points d'ossification de l'os coxal et âge d'apparition et de soudure (Scheuer et al, 2000 - Rissech et al, 2005).

Il est intéressant de prendre, également, en compte, la soudure des trois éléments de l'os coxal qui s'échelonne de 10 à 17 ans, selon l'ordre suivant : pubis/ischion [10-12 ans] - ischion/ilion [12-13 ans] - ilion/pubis [14-17 ans].

Différentes études ont montré que l'âge de soudure des centres d'ossification avait une variabilité beaucoup plus étendue que celui de la maturation dentaire (Tanner en 1962). Le processus de maturation du squelette est conditionné par plusieurs facteurs, comme l'alimentation, le type d'activité, les maladies, les conditions sociales, qui en déterminent la variabilité individuelle (55)...

Il semble même que la variabilité de la maturation osseuse soit plus grande à l'intérieur d'une population qu'entre populations différentes.

Naissance	Épiphyse fémorale inférieure, tibiale supérieure.
1 an	Tête de l'humérus, épiphyse radiale, tête fémorale, épiphyse tibiale inférieure, grand os, os crochu.
2 ans	Condyle huméral, épiphyse inférieure du péroné.
3 ans	Pyramidal, épiphyses phalanges, 1 ^{er} cunéiforme, métacarpe, métatarse.
4 ans	Semi-lunaire, grand trochanter, épiphyse supérieure péroné, scaphoïde, 2 ^{ème} cunéiforme.
5 ans	Épiphyse supérieure radius, trapèze, scaphoïde, rotule.
6 ans	Épitrochlée, trapézoïde, cubitus : épiphyse inférieure.
7 ans	Union ischion-pubis.
9 ans	Union trochlée-olécrâne.
11 ans	Epicondyle, tubérosité antérieure du tibia, petit trochanter.
15-16 ans	Aucune soudure épiphysaire des os longs, omoplate, clavicule, vertèbres, côtes, pièces sternales séparées.
17 ans	Soudure épiphysaire aux diaphyses, olécrâne, extrémité inférieure humérus, épiphyses métacarpe et métatarse, tête fémorale et trochanter.
18 ans	Acromion coracoïde, épicondyle, tête humérus, radius supérieur, extrémité inférieur du tibia.
19 ans	Soudure complète : tête humérale, épitrochlée, extrémité du tibia, épiphyse aile iliaque.
20 ans	Toutes les épiphyses sont soudées, la dernière étant l'épiphyse interne de la clavicule (22 ans)

Figure 42. Tableau d'apparition des points d'ossification du squelette général (11).

7. Examen du coude (méthode de Sauvegrain et Nahum).

Le squelette des membres est composé de :

- Os longs (constitués d'une diaphyse, d'une épiphyse et de métaphyses).
- Os plats (au niveau des poignets et des chevilles).
- Sésamoïdes (situés dans les tendons et les capsules articulaires).

- **La diaphyse :**

C'est un fût cylindrique composé d'os compact. Le faible volume de la cavité médullaire par rapport à l'épaisseur corticale, rend compte d'un aspect hyperdense des diaphyses pendant les premières semaines de la vie. Au sein de la corticale osseuse, on peut retrouver une clarté linéaire, oblique, correspondant à un canal nourricier. Des appositions périostées peuvent être retrouvées de façon physiologique avant l'âge de 6 mois, de façon symétrique.

- **La métaphyse :**

Elle est composée d'os enchondral et de cartilage. Elle apparaît radio-transparente. On retrouve deux régions métaphysaires, chacune étant située à une extrémité de la diaphyse. C'est la zone qui permet la croissance de l'os en longueur.

- **Les épiphyses :**

Elles sont adjacentes aux métaphyses et constituent le point d'ossifications secondaires. Pendant leur évolution, les épiphyses peuvent présenter de grandes variabilités de formes, structures, contours et de nombre. Par ailleurs, au niveau des mains et des pieds, il peut exister des os surnuméraires de topographie variable.

A la naissance, aucun point d'ossification secondaire n'est visible. Leur apparition s'échelonne jusqu'à la puberté :

- Le point condylien externe (ou capitulum) apparaît vers 1 an (figure ci-dessous, numéro 1) tandis que le point trochléen s'ossifie entre 7 et 9 ans (figure ci-dessous et suivante, numéro 4).
- Le point épitrochléen est retrouvé entre 4 et 6 ans (figure ci-dessous et suivante, numéro 3), et le point épicondylien apparaît vers 11-12 ans (figure ci-dessous, numéro 6).
- L'olécrâne est retrouvé entre 8 et 11 ans (figure ci-dessous et suivante, numéro 2).
- L'épiphyse radiale supérieure apparaît entre 3 et 5 ans (figure ci-dessous et suivante, numéro 5).

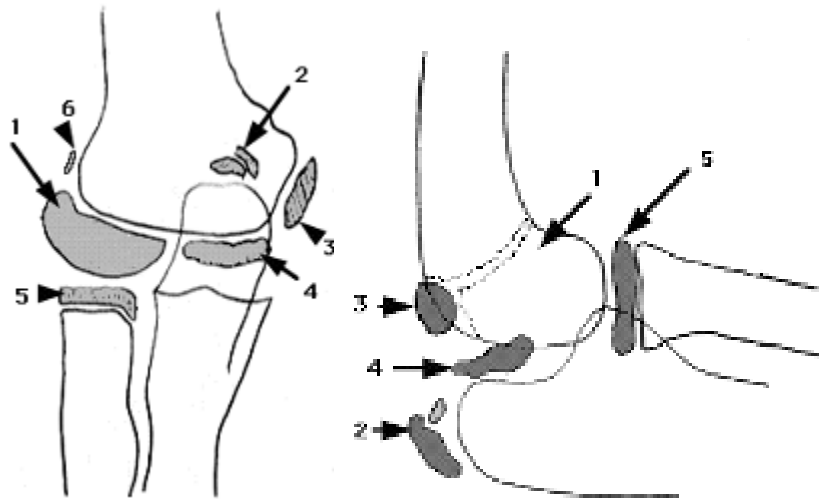


Figure 43. Développement des points d'ossification du coude (44).

A noter que le noyau épicondylien fusionne avec le capitulum avant de se souder à l'humérus vers 12 ans.

La fossette coronoïdienne peut être très fine (voire perforée) et apparaître comme une zone normalement radio-transparente, qui ne doit pas être prise pour une plage d'ostéolyse.

Deux aspects sont intéressants à reconnaître sur le cliché de profil :

- La continuité du « 8 radiologique », constitué par les fossettes olécrânienne et coronoïdienne.
- Le prolongement de la ligne tangente au bord antérieur de l'humérus qui coupe le point condylien au niveau de ses deux tiers postérieurs (figure ci-dessous, numéro A).

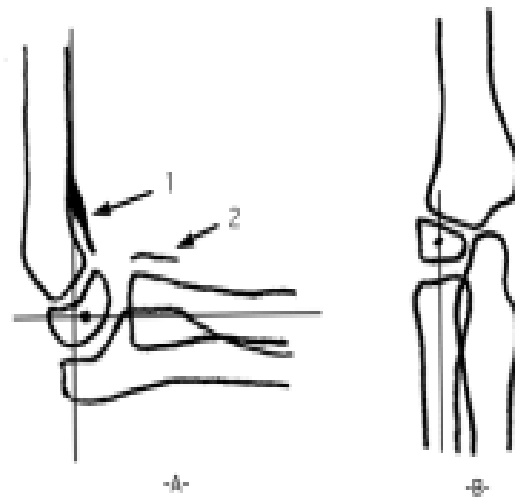


Figure 44. Développement des points d'ossification du coude (44).

1. Liseré coronœdien.
2. Liseré du court supinateur.

Cette méthode est fiable pour :

- Les filles : de 9 ans à 13 ans et 6 mois.
- Les garçons : de 10 ans à 15 ans et 6 mois.

Comme pour les os du poignet et de la main, des logiciels sont adaptés à la maturation du coude. Comme par exemple, le système ModelOs (Jolicœur et al. 1988).

8. Examen d'oblitération des sutures crâniennes (méthode de Meindl et Lovejoy) :

La voûte crânienne est constituée d'os plats issus de l'ossification d'une capsule membranaire fœtale. A la naissance, ces plaques ossifiées sont séparées par des structures conjonctives fibreuses représentant les sutures. Au cours de la croissance, ces sutures vont s'ossifier de façon marginale, stimulées par la croissance cérébrale et les tractions musculaires. La maturation de la voûte s'effectue essentiellement pendant les 2 premières années de la vie, puis connaît une nette inflexion après 7 ans.

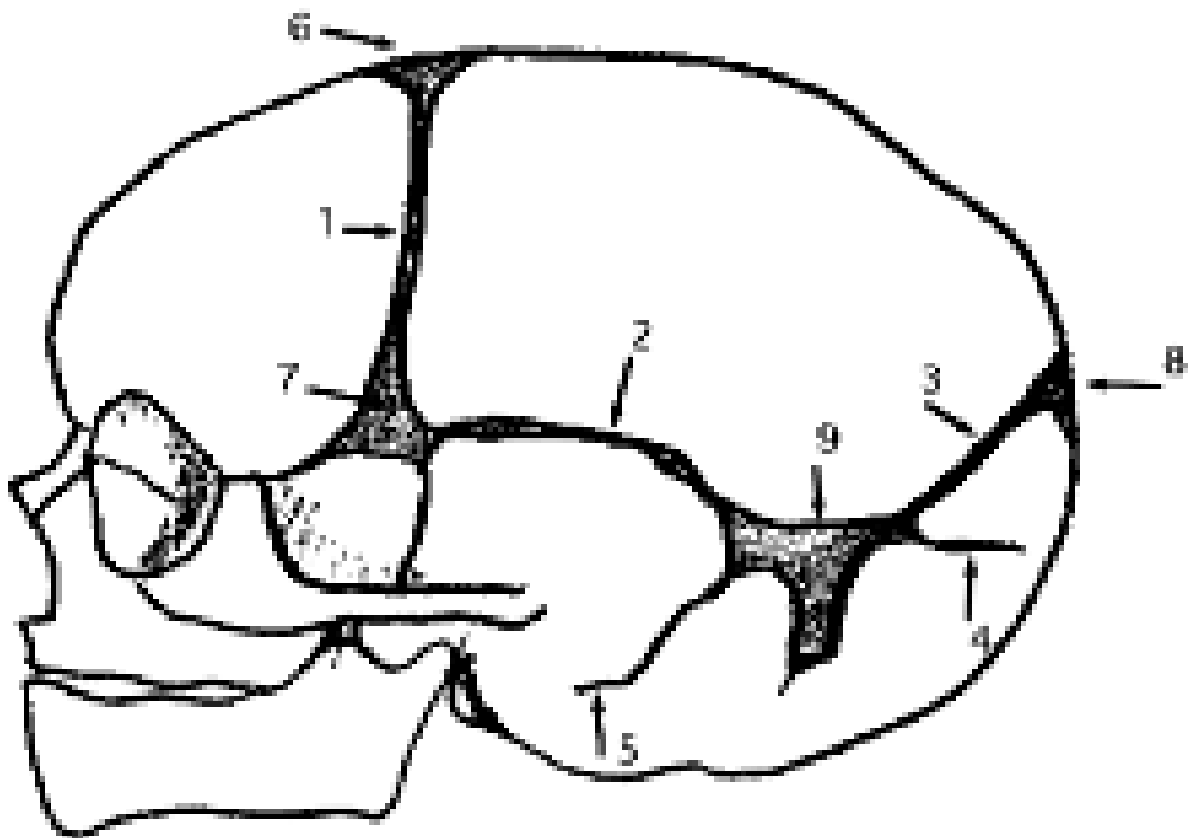


Figure 45. Sutures crâniennes, vue latérale (44).

1. Suture coronale entre os frontal et os pariétal
2. Suture temporo-pariétale
3. Suture lambdoïde entre les pariétaux et l'écaille de l'occipital
4. Suture mendosale visible pendant les premières semaines de vie uniquement
5. Suture occipito-mastoïdienne
6. Fontanelle antérieure (ou bregma)
7. Fontanelle antéro-latérale (ou ptérion)
8. Fontanelle postérieure (ou lambda)
9. Fontanelle postéro-latérale

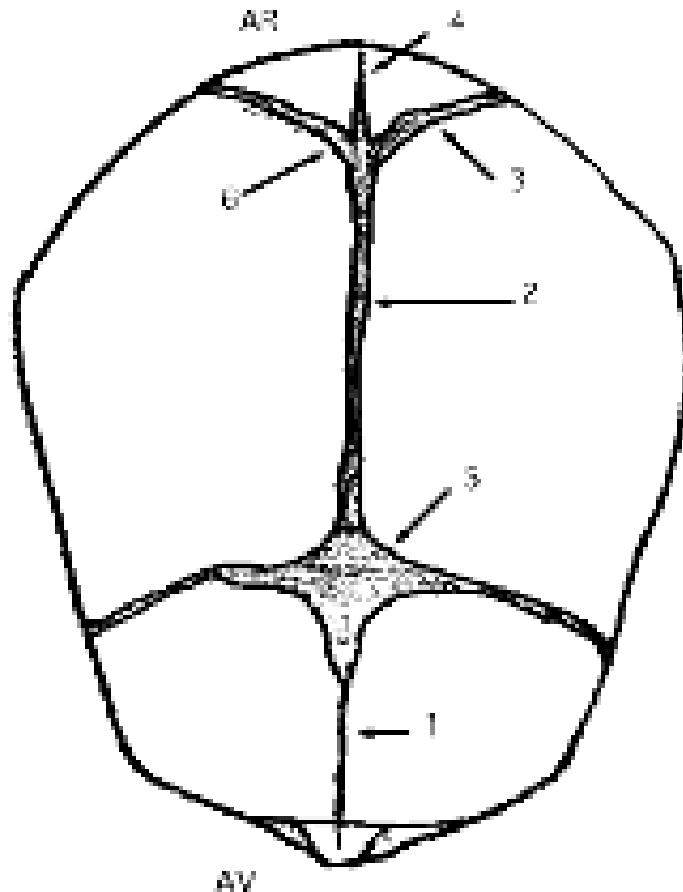


Figure 46. Sutures crâniennes, vue supérieure (44)

1. Suture métopique
2. Suture sagittale
3. Suture lambdoïde
4. Suture mendosale
5. Suture occipito-mastoïdienne

Les sutures principales sont :

- La suture coronale : entre l'os frontal et l'os pariétal.
- La suture sagittale : entre les os pariétaux.
- La suture lambdoïde : entre les os pariétaux et l'écaille de l'occipital.
- Les sutures temporo-pariétales.

Les sutures accessoires sont :

- La suture mendosale : elle peut être visible pendant les premières semaines de vie uniquement.
- La suture métopique : au niveau de l'os frontal. Elle se ferme entre 2 et 3 ans.
- La suture occipito-mastoïdienne.
- Les sutures pariétales : issues de la suture lambdoïde. Elle s'observe jusqu'à l'âge de 6 mois.
- La fissure supérieure médiane.

La fontanelle antérieure (bregma) se ferme vers 18 mois.
La fontanelle postérieure (lambda) se ferme vers 2 mois.
Les fontanelles antéro-latérales (ptériorion) disparaissent vers l'âge de 3 mois.
Les fontanelles postéro-latérales (astériorion) disparaissent vers l'âge de 2 ans.

Les sutures sont larges et bien visibles à la naissance.
Les sutures principales restent visibles pendant toute l'enfance, prenant un aspect dentelé, de largeur n'excédant pas 2 à 3 mm. La synostose complète se fait à l'âge adulte (jusqu'à 30 ans).

La croissance et la maturation osseuse sont liées à la croissance cérébrale. Cette notion explique l'apparition, vers l'âge de 2 à 3 ans, d'impressions digitiformes, correspondant aux empreintes des circonvolutions cérébrales.
Ces empreintes se majorent jusqu'à 7 ans, puis se stabilisent pour disparaître à l'adolescence.

- **Méthode de Meindl et Lovejoy :**

Elle est basée sur l'examen de ces sutures exocrâniennes, tant au niveau latéral qu'au niveau de la voûte.

Cette méthode utilise respectivement 5 et 7 localisations de 1 cm chacune.

Le médecin devra associer à chaque localisation un des 4 stades de fermeture de la suture :

- Stade 0 : absence totale de fusion.
- Stade 1 : début minime de fusion.
- Stade 2 : fusion significative.
- Stade 3 : fusion totale.

Le résultat des scores obtenus sera additionné afin d'obtenir un score global qui sera transposé dans les tables publiées par les auteurs avec les âges correspondants (2).

8.1. Inconvénients :

L'examen des sutures exocrâniennes n'a que peu d'intérêt médico-légal pour l'évaluation de l'âge d'un individu, compte tenu des énormes variations observées.

D'après Pensler et al. 1995, la synostose des sutures crâniennes pourrait être le résultat d'un dysfonctionnement du métabolisme cellulaire, ce qui expliquerait que les individus sont touchés de façon très variable. Une autre hypothèse a été soulevée, c'est l'hypothèse fonctionnelle. L'ouverture des sutures permet le développement du cerveau. Une fois celui-ci achevé, les sutures de la voûte crânienne n'ont plus d'utilité particulière. L'utilisation d'un phénomène biologique mal connu comme indicateur d'âge au décès est hasardeuse (46).

De ce fait, cette méthode qui n'a pas de valeur individuelle, n'a qu'une valeur indicative dans le cadre de l'étude de population importante. C'est un problème très général : des méthodes anthropologiques classiques, reconnues au niveau de l'étude de population, n'ont parfois aucune valeur lors de l'examen d'un seul individu, cas médico-légal classique.

Du fait du caractère approximatif de cette méthode, on utilisera si une dent au moins est disponible la méthode de Lamendin, s'il s'agit d'une dent monoradiculée ou une autre technique odontologique.

9. Examen du pubis.

Les facettes articulaires pubiennes sont ici examinées (11).

Les critères suivants permettent une appréciation grossière de l'âge :

- Crêtes transversales bien visibles, parallèles, régulières, sans bordure limitante : 18 à 20 ans.
- Crêtes légèrement estompées du côté dorsal : 20 à 22 ans.
- Crêtes irrégulières, apparition de nodules, biseau antérieur : 22 à 24 ans.
- Crêtes effacées, rebord postérieur bien visible : 25 à 26 ans.
- Facettes planes : 27 à 30 ans.
- Facettes planes, bord antérieur en formation : 30 à 35 ans.
- Facettes planes, contour marqué complet saillant : 35 à 45 ans.
- Facettes planes, contour soulevé en sourcil : 45 à 50 ans.
- Apparition d'ostéophytes irréguliers, bord antérieur partiellement détruit : plus de 50 ans.

L'utilisation de pièces de référence est particulièrement utile pour cette détermination.
(Moulages France Casting 20102 Buchorn Road Bellevue. Colorado 80512 USA).

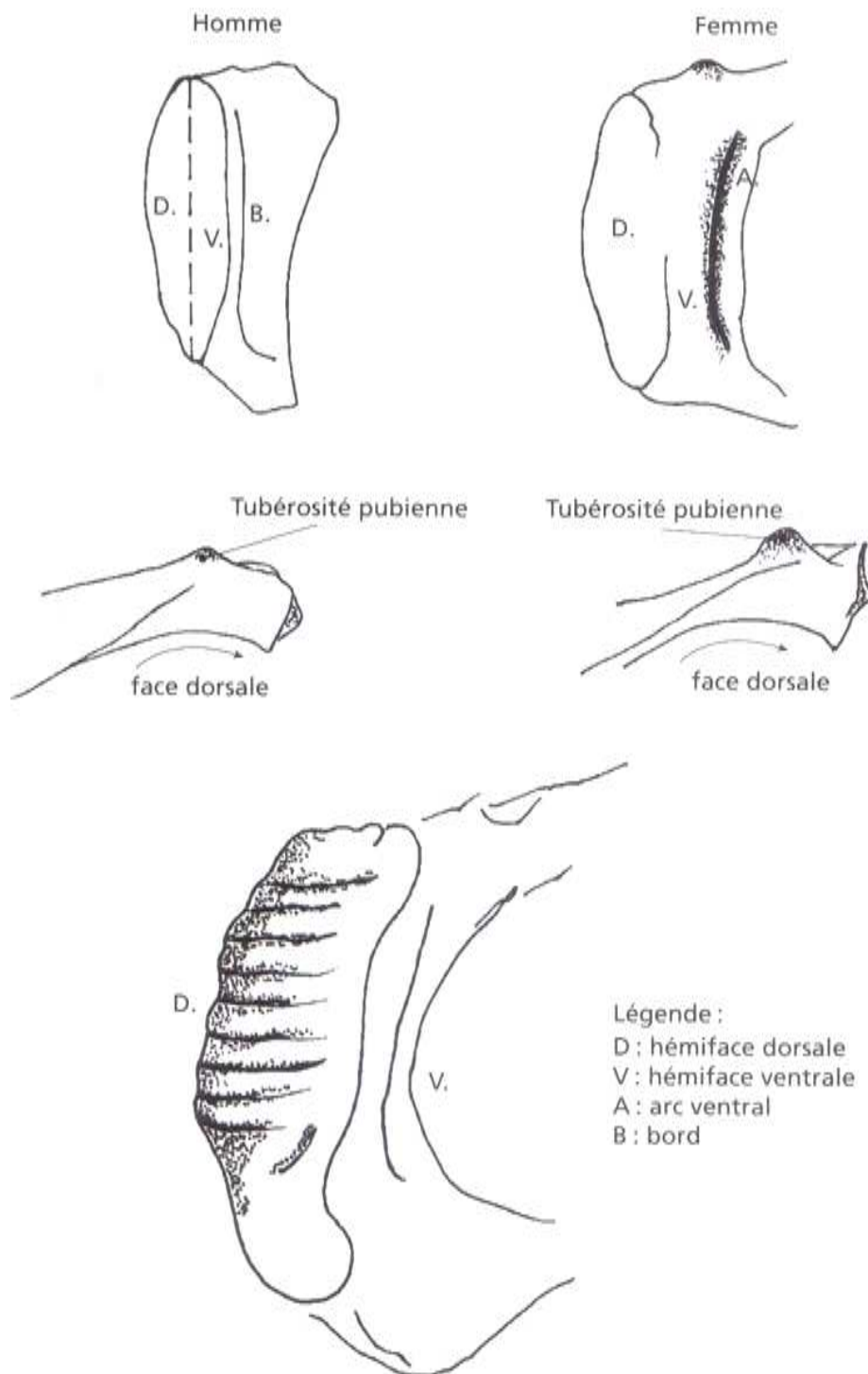


Figure 47. Symphyse pubienne (3).

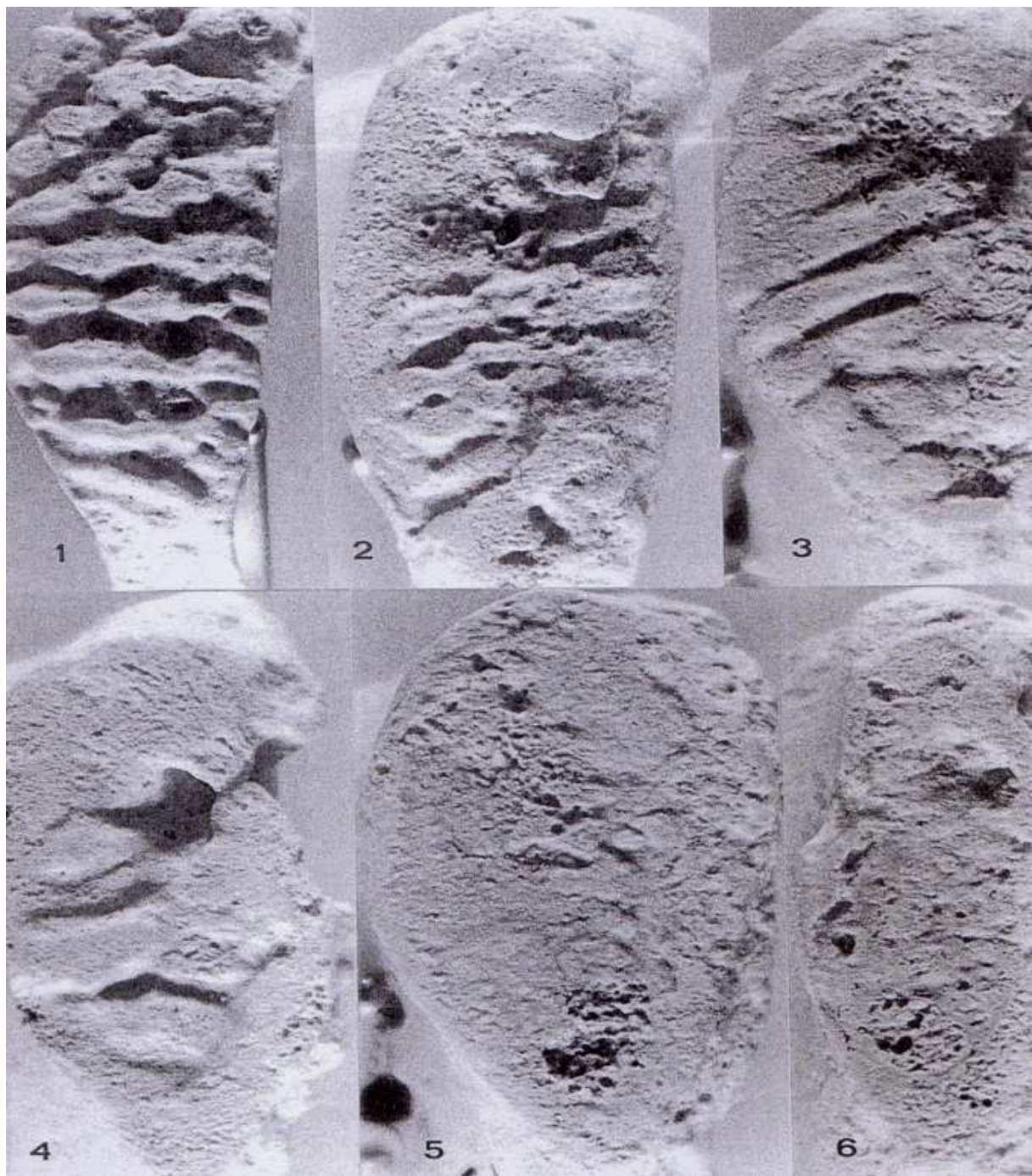


Figure 48. Surfaces articulaires du pubis en fonction de l'âge (11).

- 1 : 20 ans
- 2 : 22 ans
- 3 : 25 ans
- 4 : 35 ans
- 5 : 45 ans
- 6 : 55 ans

II. Descriptions des techniques d'identification de l'âge en odontologie légale:

La denture est l'organe le plus unique de tout le corps humain. Les dents constituent la partie la plus dure du squelette humain et peuvent résister aux conditions les plus extrêmes de température, d'humidité ou d'impact physique. D'autre part chaque type de dent a une morphologie bien identifiable pour les chirurgiens-dentistes.

Les dents sont soumises au cours de la vie à des modifications morphologiques et histologiques. C'est précisément en raison de ces modifications liées à l'âge et en combinaison avec leurs excellentes propriétés physiques que les dents conviennent particulièrement bien pour l'évaluation de l'âge chronologique ou réel. Ces dernières peuvent apporter des informations essentielles dans l'identification médico-légale (56).

Il a été démontré qu'il est souhaitable de se baser sur un phénomène de courte période comme l'éruption dentaire. De plus, les facteurs environnementaux influent moins sur le développement dentaire que sur le développement physique général, tandis que les séquences d'éruption dentaire chez l'enfant sont largement indépendantes de l'influence du milieu et que le comptage des dents présentes en bouche peut procurer une estimation relativement précise non biaisée de l'âge, meilleure que la mesure de la taille (12).

Intérêt de l'utilisation de la troisième molaire dans l'odontologie légale:

Peu d'études ont été menées sur les différentes méthodes d'estimation de l'âge. Pourtant les besoins sont de plus en plus importants dans le droit pénal afin de déterminer le statut du prévenu. C'est particulièrement aux alentours de 18 ans que les besoins sont les plus importants. En effet, à cet âge toutes les dents permanentes sont édifiées, l'apexogénèse de la deuxième molaire se termine à 14 ans. Seule la troisième molaire n'a pas terminé son édification, elle achèvera son édification radiculaire vers 20-21 ans. Par conséquent, la dent de sagesse est le seul élément dentaire en cours d'évolution durant la période de 14 à 20 ans. Cette troisième molaire ou dent de sagesse, si elle est présente, offre donc la seule possibilité de détermination de l'âge dentaire pour la période aux alentours de 16-22 ans (35).

On constate que les troisièmes molaires maxillaires sont à un stade plus avancé que leurs homologues mandibulaires. Ceci est observé d'autre part plus fréquemment chez les garçons que chez les filles (35).

Rappel anatomique du développement dentaire :

- L'émail.

L'émail est constituée d'un tissu virtuellement mort composé de cristaux d'hydroxyapatite qui enveloppent et protègent la couronne dentaire. Le type de modifications visibles au niveau de l'émail se limite à de l'attrition ou de l'érosion dentaire et à des modifications de couleurs externes.

- La dentine.

Elle est formée de cellules vivantes, d'odontoblastes englobés dans une matrice calcifiée composée d'hydroxyapatite et de collagène. Elle est très réactive aux agressions extérieures et se manifeste par des modifications ou des réactions telles que la formation de dentine secondaire au niveau de la couronne ou de la formation de cément au niveau du tiers apical (56).

Selon différents auteurs, une différence est faite entre l'éruption alvéolaire et l'émergence clinique.

L'émergence alvéolaire est définie comme la percée de la dent au travers de l'os alvéolaire, observée à la radiographie.

L'émergence clinique est définie comme l'apparition d'un bout de cuspide dans la cavité buccale.

D'après Magitot, la troisième molaire fait son éruption clinique à 22,22 ans chez le garçon et 21,8 ans pour les filles.

D'après Hellman, l'éruption de la troisième molaire mandibulaire droite se fait à 20,51 ans chez les garçons et à 20,75 chez les filles.

D'après Hunter, celui-ci place l'éruption de la dent de sagesse entre 17 et 25 ans.

Le point important à prendre en considération est donc l'importante variation d'éruption de la troisième molaire. Ceci nous conduit à choisir comme critère d'estimation de l'âge dentaire l'évolution des germes et non l'éruption dentaire.

L'éruption dentaire est sous l'influence de facteurs environnementaux comme l'espace disponible sur l'arc dentaire, l'extraction précoce de dent temporaire, les traumatismes dentaires (58)....

1. Les différentes techniques d'estimation:

1.1. Technique de DEMIRJIAN.

Demirjian, en 1973, a établi **une classification en 8 stades**. Pour chaque groupe de dents, on détermine le stade de développement, à chaque stade de développement correspond un score numérique, la somme des scores pour les 7 dents permet d'obtenir le score total de développement de l'enfant allant de 0 à 100. Ce score total est traduit en âge à l'aide des tableaux de correspondance (54).

L'échantillon constitué par Demirjian en 1973 a été établi à partir de radiographies panoramiques de 1446 garçons et de 1482 filles âgés de 2 à 20 ans et d'origine Franco-canadienne (8).

Les tables de conversion produites permettent des estimations entre 3 et 16 ans, les classes d'âges extrêmes étant insuffisamment représentées pour être intégrés dans les tables.

Afin de palier ce déficit d'effectif des classes d'âges extrêmes, Demirjian (1986) intègre des individus supplémentaires, augmentant son échantillon à 2047 garçons et 2349 filles âgés de 2 à 20 ans.

Mais un problème surgit lorsque des dents sont manquantes.

Cette méthode de détermination est un dispositif utilisant la description anatomique dentaire. Selon la littérature, cette méthode reste la méthode préconisée et la plus employée dans le milieu médical, notamment grâce à la qualité de la définition des différents stades dentaires. En 1973, Demirjian et al. proposent une nouvelle méthode d'étude du développement dentaire basée sur les mêmes principes que ceux développés par Tanner et al. (1962) dans le cadre de l'étude de la maturation des os de la main et du poignet.

Sur la base des différents travaux réalisés précédemment (Nolla en 1960, Moorrees et al. en 1963...), Demirjian et al. valident l'hypothèse de symétrie des dents antimères (les dents antimères sont les dents homologues du côté opposé c'est-à-dire M1 gauche et M1 droite) dans la maturation. Par ailleurs, l'observation du développement des dents maxillaires à partir de radiographies est souvent difficile car l'os maxillaire se superpose sur les prémolaires et les molaires définitives.

Par conséquent les auteurs proposent une méthode basée sur le codage des 7 dents mandibulaires gauches. La troisième molaire n'est pas prise en compte dans cette méthode.

L'emploi des seules dents mandibulaires gauches est justifié par différentes études (Nolla 1960, Moorrees et al. 1963, Demirjian et al. (1973) démontrant l'absence de différence significative de maturation entre l'hémi-mandibule gauche et droite (dents antimères).

- **Stade 0 :**

- Absence de calcification.
- Stade de crypte.

- **Stade A :**

- Début de calcification dans la partie supérieure de la crypte, qui apparaît comme un cône renversé. Il n'y a pas de fusion entre ces points de calcification.

A ce stade, la médiane pour la troisième molaire mandibulaire est, selon Levesque, atteinte à 9,8 ans chez les filles et 9,7 ans chez les garçons.

- **Stade B :**

- Fusion des points calcifiés formant une ou plusieurs cuspidés donnant une surface occlusale régulière.

La médiane est atteinte, toujours selon Levesque, à 10,9 ans chez les filles et 10,8 ans chez les garçons.

- **Stade C :**

- Formation complète de l'émail de la surface occlusale. Extension et convergence de l'émail en direction cervicale.
- Début du dépôt de dentine.
- La chambre pulpaire forme une courbe sous le bord occlusal.

La médiane à ce stade est atteinte, selon Levesque, à 11,8 ans chez les filles et 12,1 ans chez les garçons.

- **Stades D :**

- La formation de la couronne est complète jusqu'à la jonction amélo-cémentaire.
- Le plafond pulpaire des monoradiculées qui ont leur forme définitive est concave au niveau de la région cervicale. La projection des cornes pulpaires si elles sont présentes, a une forme de parapluie. Pour les molaires, la chambre pulpaire a une forme trapézoïdale.
- Début de formation de la racine en forme de spicule.

La médiane du stade D est atteinte, selon Levesque, à 13,0 ans chez les filles et 13,4 ans chez les garçons.

- **Stade E :**

Pour les dents monoradiculées :

- Les parois de la chambre pulpaire forment des lignes droites, dont la continuité est rompue par les cornes pulpaires, lesquelles sont aussi larges qu'au stade précédent.
- La longueur de la racine est moins importante que la longueur de la couronne.

Pour les dents pluriradiculées :

- Formation initiale de la furcation radiculaire avec la présence de points calcifiés en forme de demi-lune.
- La longueur de la racine est, là encore, moins importante que celle de la couronne.

La médiane du stade E est selon Levesque atteinte à 14,5 ans chez les filles et à 14,5 ans chez les garçons.

- **Stade F :**

Pour les dents monoradiculées :

- Les murs de la chambre pulpaire sont maintenant en forme de triangle isocèle. Le sommet est en forme d'entonnoir.
- La longueur de la racine est égale ou plus grande que celle de la couronne.

Pour les pluriradiculées :

- La région calcifiée de la furcation s'est développée jusqu'à donner à la racine une terminaison en forme d'entonnoir.
- La longueur de la racine est identique ou plus grande que celle de la couronne.

La médiane du stade F selon Levesque est atteinte à 16,3 ans chez les filles et 16,3 ans chez les garçons.

- **Stade G :**

Les murs du canal radiculaire sont maintenant parallèles et l'apex est encore partiellement ouvert, surtout pour les racines distales des molaires.

La médiane est atteinte à 18,3 ans chez les filles et 17,6 ans chez les garçons.

- **Stade H :**

- L'apex est complètement fermé.
- Le parodonte a une largeur uniforme autour de la racine et de l'apex.

La médiane est atteinte à 20,7 ans chez les filles et 19,2 ans chez les garçons

Les stades dentaires 0, A, B, C, D, E, F, G, H sont convertis respectivement en stades dentaires 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Ainsi, chaque individu sera caractérisé par une séquence de minéralisation dentaire de 7 chiffres.

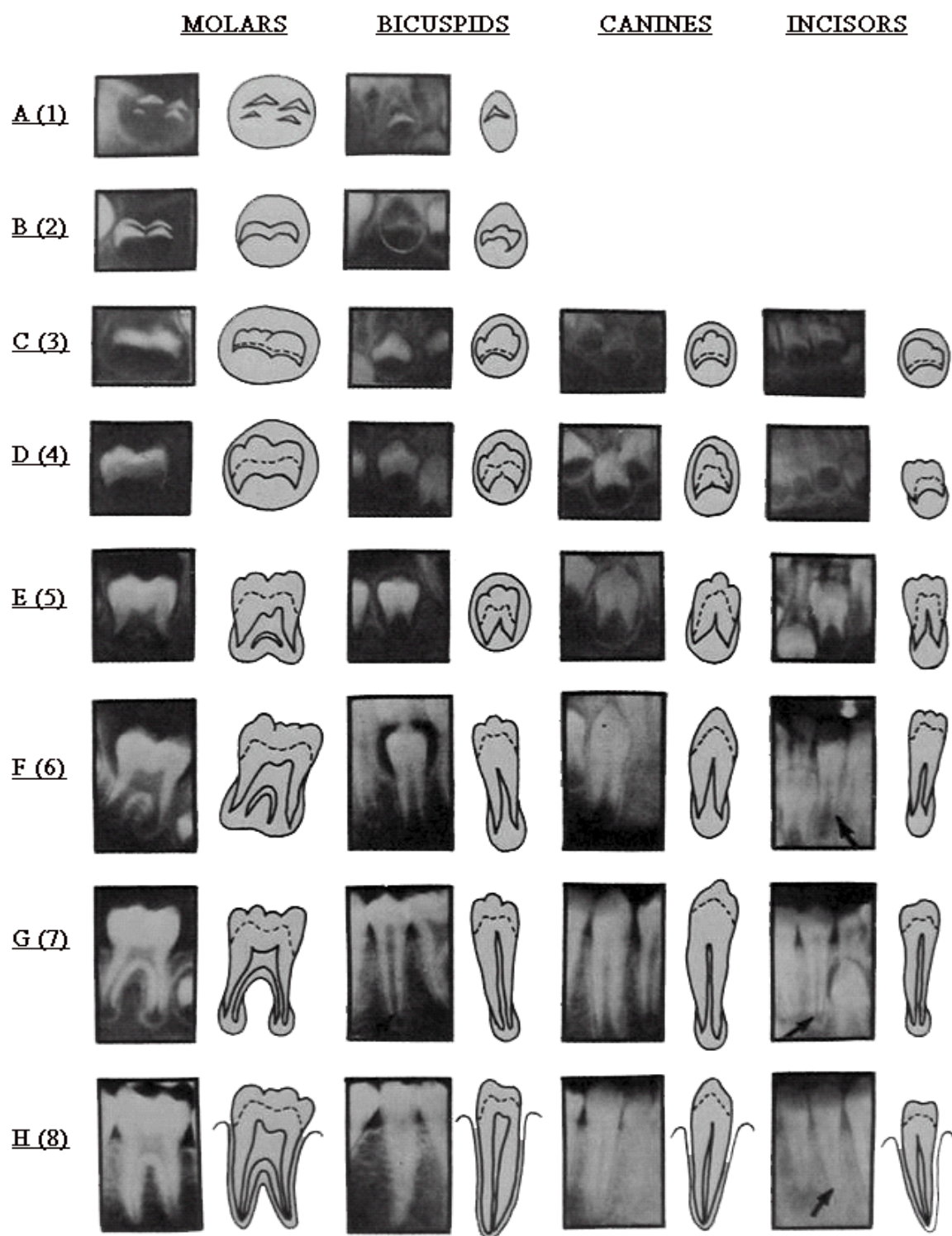


Figure 49. Apparences et représentations des différents stades radiographiques par type de dents définitives (20).

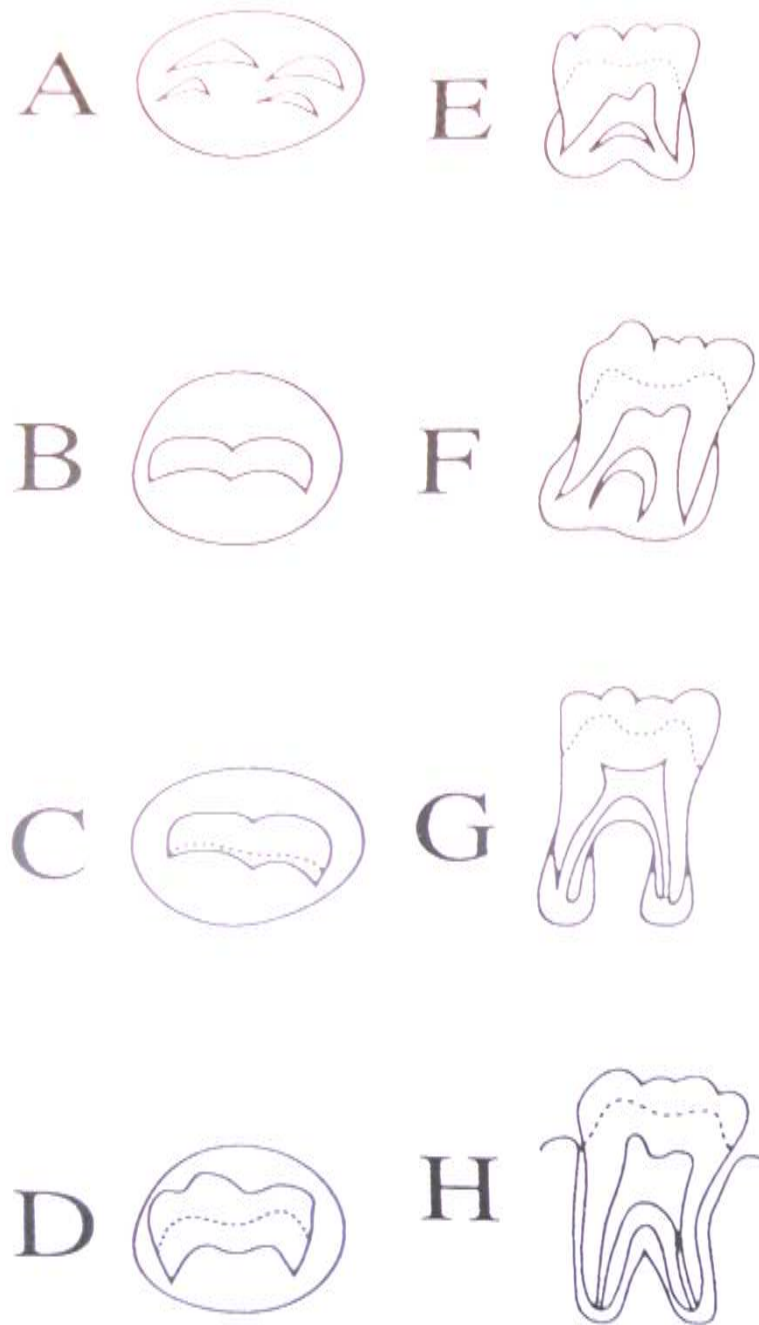


Figure 50. Différents stades de calcification de la racine et de la couronne selon Demirjian (37).

Le premier système de Demirjian comporte deux manques principaux.

Le premier manque est l'obligation de réaliser une estimation du stade de développement pour les 7 dents. Or chez beaucoup d'enfants toutes les dents ne sont pas nécessairement présentes. Il est possible d'utiliser la dent correspondante du côté opposé. Pour des raisons pratiques, il est souvent plus simple de prendre une radiographie de moins de 7 sept dents. Naturellement quelques renseignements sont perdus dans le processus.

Le deuxième manque principal est l'absence d'un nombre suffisant d'enfants jeunes et plus âgés dans l'échantillon standard. Cela signifie que les premiers stades de quelques dents ne pouvaient pas être inclus et représentés dans l'échantillon de base. D'où un manque de précision dans l'estimation de l'âge pour les enfants très jeunes et plus âgés (8).

Pour cela de nouveaux systèmes ont été mis en place afin d'affiner la technique.

Dans un premier temps, l'échantillon standard a été augmenté à 2407 garçons et 2349 filles. Ceci a permis d'inclure deux nouveaux stades qui étaient exclus dans le premier système, à savoir le stade A de la première prémolaire (PM1) et le stade C de la première incisive (I) (8).

Lorsque les radiographies panoramiques ne peuvent être utilisées, deux radiographies rétroalvéolaires des molaires et prémolaires peuvent être prises.

Par conséquent, un nouveau système a été considéré basé sur quatre dents (M2, M1, PM2, PM1). Le développement de l'incisive centrale inférieure est similaire chronologiquement à celle de la première molaire. De ce fait, chez les enfants dont la première molaire est absente il est possible de prendre l'incisive centrale comme indicateur. Dans le cas où l'incisive centrale est utilisée dans l'étude, une radiographie périapicale est réalisée.

On peut donc distinguer 3 systèmes d'estimation :

- Le premier : basé sur l'estimation du stade de développement de sept dents mandibulaires gauches qui sont M2, M1, PM2, PM1, C, I2, I1.
- Le deuxième : basé sur l'estimation du stade de développement de quatre dents mandibulaires gauches qui sont M2, M1, PM2, PM1.
(Lorsque M1 est présente en bouche)
- Le troisième : basé sur l'estimation du stade de développement de quatre dents mandibulaires gauches qui sont M2, PM2, PM1, I1
(Lorsque M1 est absente en bouche)

Lorsque le système utilise le stade de développement des quatre dents M2, M1, PM2, PM1, chez un garçon de 6 ans, il est possible de convertir le résultat en ajoutant 2-3 points au score final afin d'être en accord avec le système à sept dents.

D'après une étude menée par Hagg et Mattsson en 1985, seule la méthode de Demirjian semble être la plus précise et exacte (51).

La technique mathématique utilisée pour calculer la somme des scores pour les différents stades est la même que celle utilisée pour le calcul de la maturité du squelette (Tanner et Whitehousse par exemple) (8).

La méthode de Demirjian se basant sur le degré de maturité des dents est la plus utilisée. En effet c'est une méthode qui a l'avantage d'être non-invasive et facile d'utilisation (6).

Dans tous les cas, quelque soit la technique d'estimation employée celle-ci nous apporte des résultats précis et reproductible à condition que ces techniques soient utilisées convenablement et judicieusement (57).

1.2. Technique de GLEISER-HUNT.

Cette méthode de détermination, de 1955, est basée sur une évaluation par fractionnement dentaire (54).

Les auteurs proposent une étude longitudinale chez 25 filles et 25 garçons, de leur naissance à l'âge de 10 ans, en focalisant leur travail sur la première molaire mandibulaire permanente. Ils définissent 13 stades de maturation, du début de la calcification des cuspidés à la fermeture de l'apex radiculaire.

La première étude transversale est le fruit de Garnet al. (1958), qui constitue un échantillon de 255 enfants. Elle définit cinq stades pour les deuxièmes molaires et prémolaires (M2 et PM4) dont trois concernent la calcification et deux l'émergence (émergence alvéolaire et atteinte du plan occlusal). Elle confirme les résultats de Gleisser et Hunt (1955) sur l'absence de correspondance stricte entre l'émergence d'une dent et un stade dentaire particulier.

Nolla (1960) propose une nouvelle méthode basée sur l'étude des dents permanentes mandibulaires et maxillaires de 25 filles et 25 garçons dans le cadre d'une étude longitudinale. La définition des stades dentaires repose sur le même principe que ceux proposés par Gleisser et Hunt.

Fanning (1961) reprend les 13 stades de Gleisser et Hunt (1955) en y ajoutant 7 nouveaux stades. L'auteur ne se contente plus des seules premières molaires permanentes. Il étudie l'ensemble des dents définitives mandibulaires et des incisives maxillaires.

Moorrees et al. (1963) utilisent des données issues de l'étude longitudinale du Fels Research Institute, pour apprécier la formation et la rhizalyse des canines et des molaires temporaires. Les séries radiographiques de 110 filles et 136 garçons sont utilisées. Des estimations de l'âge moyen correspondant à chaque stade dentaire sont fournies. L'estimation de l'âge se fait pour chaque dent à partir d'abaques. Les auteurs précisent qu'il ne faut pas calculer la moyenne des âges obtenus avec les différentes dents étudiées, mais plutôt se servir des deux âges extrêmes pour encadrer l'estimation de l'âge dentaire.

(Définition de l'abaque : graphique permettant de trouver, sans avoir à effectuer un calcul, une valeur numérique.)

Ces mêmes auteurs appliquent cette méthode aux 8 dents mandibulaires permanentes et aux 2 incisives maxillaires permanentes. Les incisives sont codées grâce aux radiographies intra buccales de 134 enfants de Boston, tandis que les dents maxillaires sont codées grâce à des radiographies de 246 enfants de l'échantillon du Fels Research Institute.

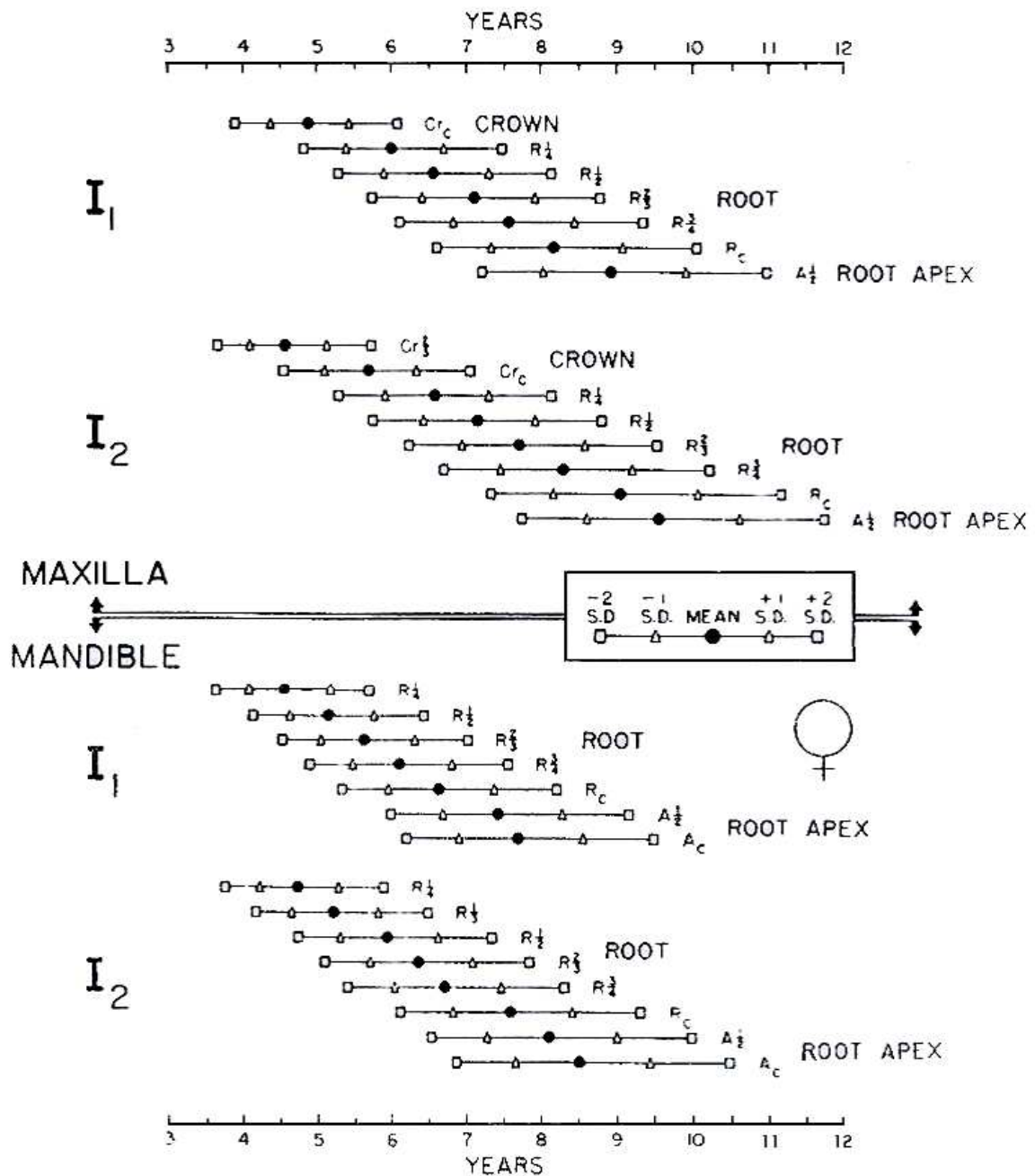


Figure 51. Exemple d'abaque permettant l'estimation de l'âge dentaire à partir du degré de minéralisation dentaire (d'après Moorrees et al. (Incisives max et mand chez les filles)).

Cr2/3: Crown 2/3 completed
 CrC: Crown completed
 R1/4: Root 1/4 completed
 R1/2: Root 1/2 completed
 R2/3: Root 2/3 completed

R3/4: Root 3/4 completed
 RC: Root completed
 A1/2: Apex semi closed
 AC: Apex completed

Le principe consiste à donner à chaque stade de développement de la dent une fraction correspondant à son développement en se basant sur l'estimation de sa longueur définitive. La technique de Gleisser et Hunt modifiée utilise 10 stades de développement avec 3 stades pour la formation de la couronne et 7 stades pour la formation de la racine. Chaque stade de développement est évalué et correspond à un score allant de 1 à 10 (36).

Dans le cas de développement de dent de sagesse avec racines multiples, c'est la racine la moins développée qui donnera le stade correspondant à la dent de sagesse (18).

De nombreuses études ont permis de montrer que le développement de la troisième molaire n'est probablement pas le meilleur critère dans l'identification de l'âge. L'absence fréquente de cette dent, que ce soit de façon congénitale ou suite à des extractions, ses positions ectopiques, sa taille, sa forme, confère à la dent de sagesse une grande variabilité.

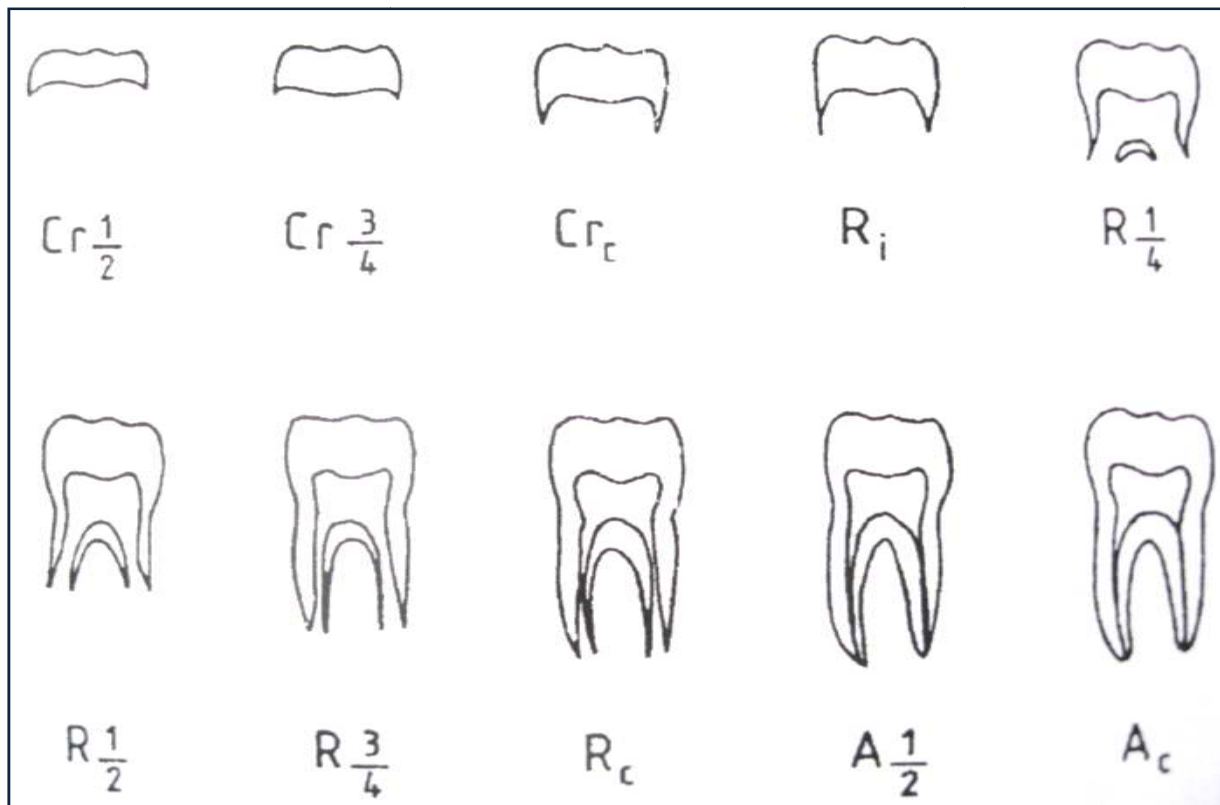


Figure 52. Stades de développement selon la méthode modifiée de Gleisser et Hunt (35).

Description des stades de développement dentaire :

- **Formation de la couronne :**

- **Stade 1 :** La couronne est à moitié calcifiée.
- **Stade 2 :** La couronne est aux $\frac{3}{4}$ calcifiée.
- **Stade 3 :** La couronne est complètement calcifiée.

- **Formation de la racine :**

- **Stade 4 :** Début de la formation des racines.
- **Stade 5 :** Le $\frac{1}{4}$ de la racine est calcifié.
- **Stade 6 :** La moitié de la racine est calcifiée.
- **Stade 7 :** Les $\frac{3}{4}$ de la racine sont calcifiés.
- **Stade 8 :** La longueur de la racine est presque définitive et les parois radiculaires sont encore divergentes.
- **Stade 9 :** Les racines sont complètement édifiées, et les parois radiculaires sont parallèles.
- **Stade 10 :** Les racines sont complètement édifiées et les apex sont totalement fermés.

1.3. Technique de GUSTAFSON.

Elle fut établie en 1947 et se base sur 6 critères histologiques:

- Usure des faces occlusales.
- Etat du parodonte.
- Apposition de dentine secondaire dans la cavité pulpaire.
- Apposition cémentaire.
- Résorption radiculaire.
- Transparence radiculaire.

Chaque facteur reçoit un coefficient de 0 à 3.

La somme de ces coefficients est réalisée.

On applique la formule suivante :

$$\text{Age} = 4,56 (\text{somme des indices}) + 11,43$$

1	L'usure (abrasion) = A			
	A0 = absence d'usure	A1 = début d'usure de l'émail	A2 = usure nette de l'émail	A3 = usure atteint la cavité pulpaire
2	La formation de dentine secondaire = S			
	S0 = absence de dentine secondaire	S1 = début de formation de dentine secondaire dans la partie supérieure de la cavité pulpaire	S2 = la cavité pulpaire est à moitié remplie	S3 = la cavité pulpaire est complètement (ou presque) remplie de dentine secondaire
3	La parodontose = P			
	P0 = absence de parodontose	P1 = parodontose débutante	P2 = parodontose le long du 1 ^{er} 1/3 de la racine	P3 = la parodontose a envahi plus de 2/3 de la racine
4	Le dépôt de ciment = C			
	C0 = couche normale de ciment	C1 = couche un peu plus épaisse que la normale	C2 = couche épaisse de ciment	C3 = couche très épaisse de ciment
5	La résorption de la racine = R			
	R0 = absence de résorption visible de la racine	R1 = résorption de la racine uniquement par petits endroits isolés	R2 = perte considérable de substance	R3 = zones étendues de ciment et de dentine impliquées
6	La transparence de la racine = T			
	T0 = aucune transparence	T1 = début de transparence	T2 = transparence du 1/3 apical de la racine	T3 = transparence des 2/3 apicaux de la racine
7	Oblitération du canal radiculaire (stade supplémentaire)			

La technique nécessite l'extraction de la dent monoradiculée. Cependant les deux critères qui sont la parodontose (P) et la cémentose (C) doivent être observés avant l'extraction. La dent est ensuite préparée pour la mesure suivante. On va user cette dernière selon son grand axe en lame de 1 mm d'épaisseur. La transparence est évaluée à ce moment là. Puis la lame est usée jusqu'à 0,25 mm d'épaisseur et enrobée d'un matériau de conservation. S'il existe une courbure de la racine, l'épaisseur du cément est évaluée antérieurement (39).

Chacun de ces 6 critères est passé en revue et un score de 0 à 3 est attribué. Seule la combinaison de plusieurs critères peut donner une indication de l'âge. Les scores de chaque dent sont additionnés et la confrontation de ce total à un âge connu permet d'obtenir une courbe de régression linéaire (39).

Pendant le développement de la dent, la largeur du canal est en proportion directe avec l'âge de la personne. Ce fait constitue donc un facteur absolu pour la détermination de l'âge d'enfants, mais n'intervient pas pour celui de personnes plus âgées ou adultes.

L'examen se fait sur une seule dent. Les troisièmes molaires sont à éviter. Cet examen se fait à l'œil nu pour les facteurs 1, 2 et 6. L'intervention du microscope est nécessaire pour les facteurs 3, 4 et 5 (éventuellement aussi pour le facteur 6).

Une hygiène dentaire améliorée peut, par exemple, donner des valeurs d'âge plus élevées.

A titre d'exemple de calcul de l'âge, nous proposons les trois formules suivantes :

1. $A0 + P0 + S0 + C0 + R0 + T0 = 0 \text{ points} = 12 \text{ ans } [(0) + 12]$
2. $A2 + P1 + S2 + C1 + R1 + T1 = 8 \text{ points} = 49 \text{ ans } [(8 \times 4.65) + 12 = 49,2]$
3. $A3 + P2 + S2 + C2 + R0 + T2 = 11 \text{ points} = 67 \text{ ans } [(11 \times 4.65) + 12 = 63,15]$



Figure 53. Coupe d'une incisive selon son grand axe (3).

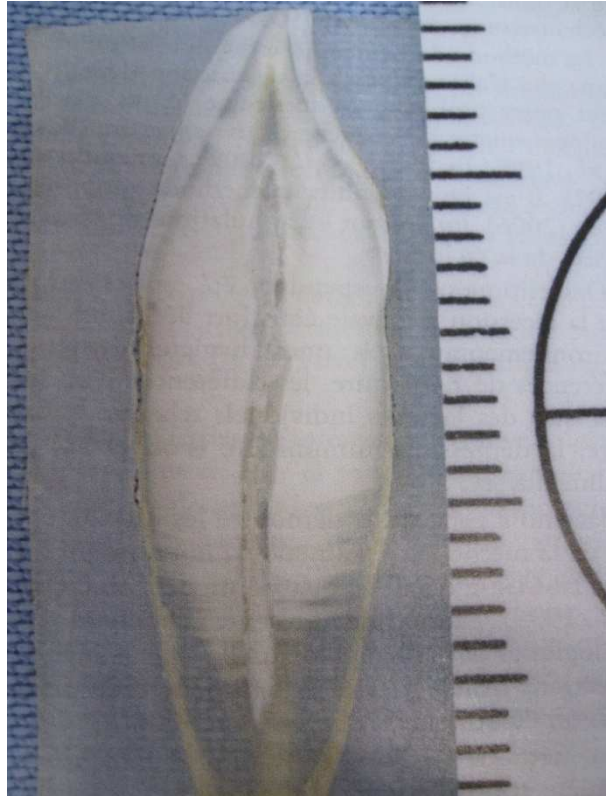


Figure 54. Examen de la partie coronaire d'une incisive : apposition de dentine secondaire dans la chambre pulpaire (3).



Figure 55. Examen de la partie apicale d'une incisive : translucidité apicale (3).

1.4. Technique de LAMENDIN.

Elle est basée sur l'étude de 2 critères seulement :

- Hauteur de la parodontose.
- Transparence radiculaire mesurée à partir de l'apex.

$$\text{Age} = (0,18 P + 0,42 T) + 25,53$$

$$P = \frac{\text{hauteur de la parodontose} \times 100}{\text{hauteur de la racine}}$$

$$T = \frac{\text{translucidité} \times 100}{\text{hauteur de la racine}}$$

Cependant cette technique n'est pas applicable aux individus de 0 à 20 ans, car l'équation utilisée comporte une constante de 25 ans. Elle est surtout fiable entre 40 et 80 ans.

Dans la pratique courante, cette technique est souvent utilisée que ce soit dans le domaine de l'odontologie légale ou celui de l'anthropologie. Voici un exemple illustrant l'utilisation de cette technique dans des recherches archéologiques en Nubie. Des fouilles ont été menées sur 67 tombes d'une nécropole constituée de plusieurs centaines de petites pyramides de briques crues qu'on peut dater entre 700 av. J-C et 400 ap. J-C. La plupart du temps les caveaux sont pillés, les ossements sont en mauvais état de conservation et les seuls éléments qui peuvent être étudiés sont les vestiges dentaires. En effet ceux-ci résistent plus facilement au temps et sont souvent les seuls éléments persistant après les pillages.



Figure 56. Vue d'une partie des tombes dégagées au cours d'une mission en 1993 (49).

En 1995, les Dr TAVERNIER J-CI et JANOT F. ont voulu affiner le diagnostic d'âge au décès en associant aux techniques d'anthropologie habituelle, comme la technique qui mesure le degré de synostose des sutures crâniennes, la technique purement odontologique de Lamendin. Cette technique est souvent utilisée car fiable et facile à mettre en œuvre.

Un lot d'une douzaine de dents prélevées directement dans les caveaux (I T59, II T1, II T11, II T12, II T13) est étudié (49).

Seules 5 présentent une translucidité :

- Une dent (12) du sujet de la tombe II T11.
- Trois dents (41, 31, 32) du sujet de la tombe II T12.
- Une dent (22) du sujet de la tombe II T13.

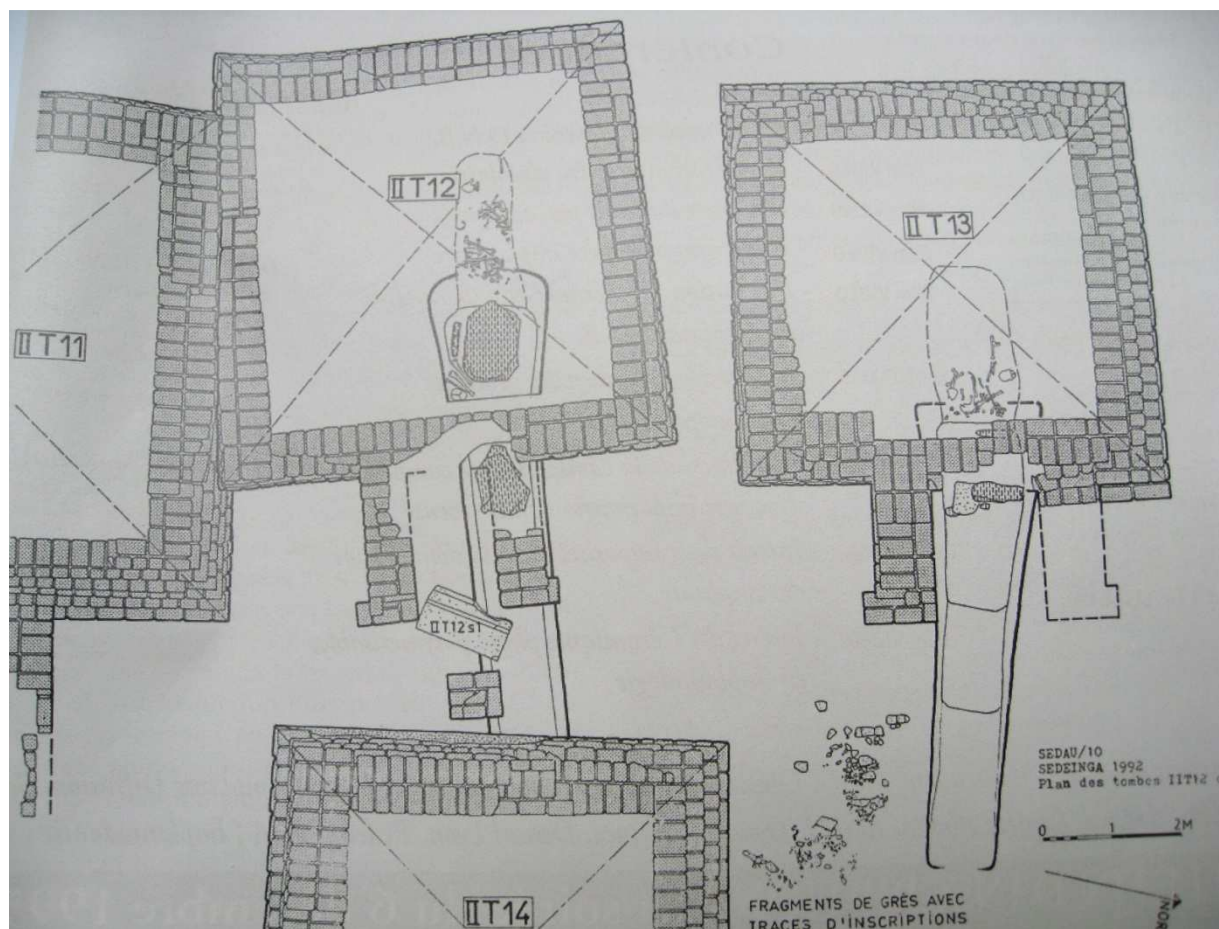


Figure 57. Position des tombes II T12 et II T13 par rapport à la superstructure en forme de pyramide (49).

Les différentes valeurs relevées sur les pièces dentaires sont reportées dans le tableau ci-après :

Tombes	L	T	P	A	N° de dents
II T11	15	8	2,5	50	12
II T12	17	11	4	56	41
	15	10	5	59	31
	17	10	4	54	32
II T13	16	10	3	45	22

L : longueur

T : hauteur de la translucidité

P : hauteur de la parodontose

A : âge estimé

Les âges estimés sont compris dans la fourchette de bonne fiabilité (entre 40 et 80 ans).

Les trois estimations de l'âge du sujet de la tombe II T12 sont homogènes entre 54 et 59 ans.

D'autres observations ont montrée :

- Dans la tombe II T11, un seul individu est inhumé dans une chambre funéraire de petite dimension, pillée et sans objet. Le crâne incomplet donne une estimation de l'âge d'au moins 45 ans.
- La tombe II T12, renfermait un adulte de sexe masculin, contenu dans un sarcophage en bois. L'étude du crâne nous livre une fourchette de 60 ± 10 ans.
- Dans la tombe II T13, tous les restes d'un seul individu adulte de sexe masculin se trouvent bouleversés, à l'entrée du caveau. Les vestiges crâniens nous donnent un âge de 50 ± 10 ans.

Pour ces trois exemples, la technique de Lamendin est beaucoup plus précise, donc très intéressante sur le terrain.

Pourtant certaines dents n'ont montré aucune translucidité, la technique n'a donc pu être utilisée.

Au cours du temps, la translucidité des racines dentaires se modifie surtout pour les dents anciennes, ce qui peut constituer une limite à cette technique pourtant forte intéressante.

• **Illustration des techniques de GUSTAFSON et de LAMENDIN dans une étude comparant ces deux critères (26):**

Une enquête prospective a été menée par Jousset et al. en 2006. Elle avait pour but de tester une méthode utilisant les critères de Gustafson avec celle de Lamendin.

Matériel :

L'étude s'est portée sur 43 dents monoradiculées (incisives, canine, prémolaires) provenant de 43 sujets de race caucasienne. La moyenne d'âge était de 38 ans (13-73 ans) :

- 38 dents provenaient d'extraction entrant dans le cadre d'un traitement orthodontique ou de luxation traumatique avec réimplantation impossible.

- 5 dents ont été relevées lors d'autopsies médico-légales.
- 26 dents appartenait à des sujets masculins, 17 à des sujets féminins.

Toutes les dents étaient indemnes de pathologies dentaires ou de traitements. Les bruxomanes ont été éliminés.

Méthode :

Les statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS 13.0 (analyses descriptives et comparatives).

La moyenne des erreurs a été calculée pour la méthode de Gustafson et un test de Student a été effectué afin d'évaluer ces mesures par rapport à l'âge réel.

Les études comparatives entre les deux techniques n'ont été réalisées que chez les plus de 30 ans.

Deux tests ont été réalisés :

- comparaison de la moyenne globale des erreurs à 0 pour la méthode de Lamendin par le test « t » de Student.
- comparaison de la moyenne globale des erreurs entre les 2 méthodes par le test « t » de Student.

Résultats:

Estimation de l'âge par la méthode de Gustafson :

L'utilisation des critères de Gustafson donne une bonne corrélation entre l'âge réel et l'âge estimé sauf pour le groupe des plus de 60 ans (où il y a une sous estimation). La moyenne des erreurs est de 6,26 ans. Le test de Student n'est pas significatif ($p=0,88$).

Comparaison des moyennes des erreurs entre les deux méthodes (sur la population des plus de 30 ans) :

Il n'y a pas de différence significative entre l'âge réel et l'âge estimé par la méthode de Lamendin ($p=0,13$).

La comparaison entre les 2 méthodes ne montre pas de différence statistique pour les 30-60 ans. L'erreur est importante pour les deux méthodes chez les plus de 60 ans.

Discussion :

L'étude a permis d'émettre des critiques quand aux critères utilisés.

- La parodontolyse est un critère difficile à apprécier. Sous le terme de parodontose, il faut comprendre une perte d'attache gingivale. Cette perte d'attache que l'on retrouve dans la maladie parodontale a pour cause initiale le plus souvent l'accumulation de plaque bactérienne supra et sous gingivale. Le défaut d'hygiène est le facteur principal de l'accumulation de la plaque. Chez les sujets ayant une hygiène parfaite il n'existe pas ou peu de perte d'attache. Ainsi, des erreurs par sous-estimation sont possibles chez les sujets âgés ayant un très bon niveau d'hygiène. L'étude a sélectionné des dents ayant un parodonte sain, ce qui peut expliquer les erreurs importantes par sous-estimation des âges élevés.
- La transparence radiculaire est l'un des deux critères utilisés par la technique de Lamendin. Or des difficultés peuvent être éprouvées dans l'estimation de celle-ci

lorsque les dents ne sont pas préparées. Or une erreur de l'ordre du millimètre peut fausser l'estimation de l'âge de façon importante. Il semble plus facile de mesurer la transparence sur une coupe mince.

Cependant l'étude a montré que la technique de Lamendin donne de bons résultats et est plus aisée.

Par contre la technique utilisant les critères de Gustafson donne de bon résultats chez les sujets jeunes alors que la technique de Lamendin ne peut être utilisée car elle comporte une constante égale à 25,5 ans ce qui implique que la valeur minimale de l'âge prédit lui sera forcément supérieure.

La technique de Lamendin se révèle particulièrement intéressante pour la tranche d'âge allant de 50 à 69 ans. Cette fiabilité est liée à l'apparition tardive de la translucidité radiculaire. En ce qui concerne l'estimation d'âge des sujets âgés, les deux méthodes sous-estiment l'âge réel.

Trois cas dont les résultats obtenus avaient une sous-estimation importante ont été détaillés.

- Premier sujet : l'âge obtenu par la méthode de Gustafson était de 54 ans alors que l'âge réel était de 73 ans.
- Deuxième et troisième sujets : l'âge obtenu était de 43 et 57 ans pour un âge réel respectivement de 68 et 73 ans.
-

Pour ces trois sujets, nous avons noté que lorsque les autres critères étaient faiblement cotés le critère translucidité était coté à 2 ou 3.

Dans les trois cas un coefficient multiplicateur correctif de 3 a été appliqué au critère de translucidité. Les résultats calculés étaient plus satisfaisants. L'âge calculé étant plus proche de l'âge réel.

Conclusion :

L'estimation de l'âge par la méthode de Gustafson a été délaissée en raison d'une part de sa difficulté technique et d'autre part des critiques concernant la fiabilité de la droite de régression utilisée dans la technique.

La technique de Gustafson a été utilisée à partir d'une technique de préparation simplifiée.

L'utilisation des critères de Gustafson semble intéressante et peut être utilisée en association avec la méthode de Lamendin, ce qui permettrait de pallier les failles de cette dernière technique notamment pour les sujets jeunes.

L'utilisation d'un facteur correctif permet une estimation assez satisfaisante de l'âge des sujets âgés mais il reste cependant à être précisé.

2. Influence du sexe et des origines ethniques :

2.1. Le sexe.

La majorité des études portant sur la maturation et le développement dentaire ont mis en évidence l'existence d'une variabilité liée au sexe (Demirjian en 1986, Liversidge et al. En 1998). Les filles atteignent en moyenne chaque stade de maturation dentaire plus tôt que les garçons. Cet écart s'accroît proportionnellement avec l'âge des enfants. Des écarts allant de 0,3 à 1,7 ans sont ainsi décrits par Haavikko (1970).

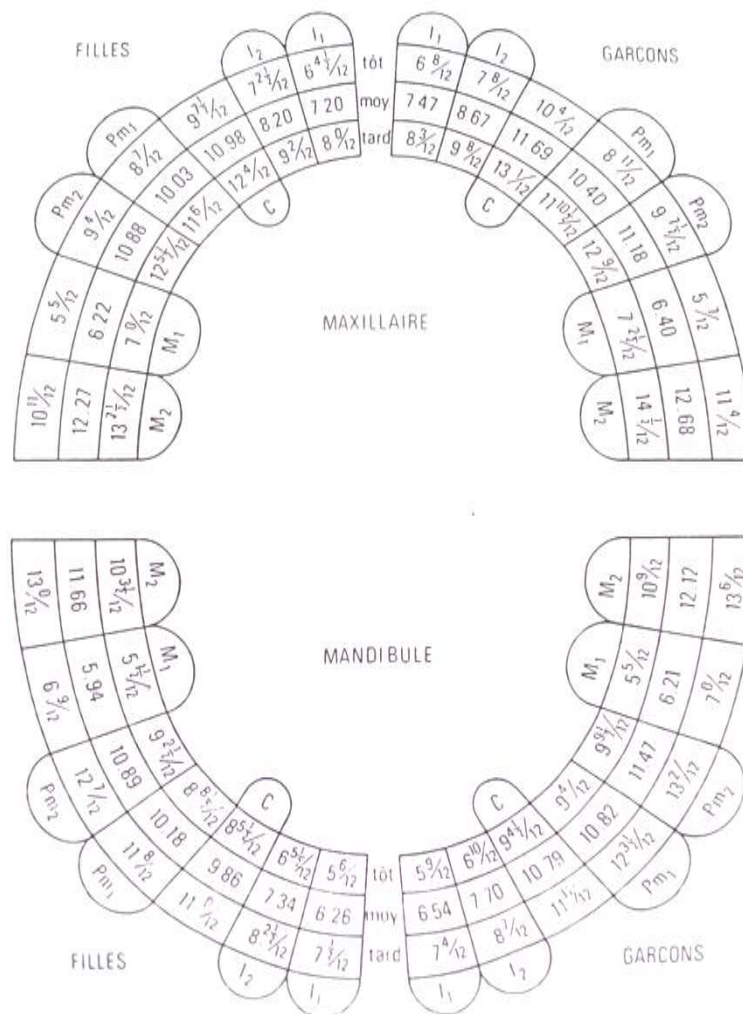


Figure 58. Age moyen d'éruption dentaire avec un intervalle de variation d'un écart-type de part et d'autre de chaque moyenne (d'après Hurme (1949))

Chez les Caucasiens, l'agénésie dentaire la plus fréquente est celle de la troisième molaire suivie par la deuxième prémolaire mandibulaire, l'incisive latérale maxillaire et la deuxième prémolaire maxillaire.

Agénésie de la dent de sagesse :

Dans une étude menée par Levesque et al, la proportion de sujets ayant une à quatre molaires manquantes est de 9 à 35% sans différence entre les deux sexes. Le côté droit et le côté gauche ont la même évolution concernant le développement de la racine et de la couronne. On ne distingue pas de différence significative entre les filles et les garçons (31).

Développement de la dent de sagesse :

Selon Banks, la calcification de la troisième molaire maxillaire est généralement plus avancée que celle des dents mandibulaires. La différence étant de 1 à 2 ans. Mais on ne rencontre pas non plus de différence importante entre les filles et les garçons.

2.2. Les origines.

Est-ce que l'origine géographique d'un individu a une influence sur son développement dentaire ? Car dans ce cas, il est nécessaire de constituer des échantillons de référence adaptés aux populations étudiées.

Concernant la méthode de Demirjian, par exemple, de nombreux auteurs ont testés sa méthode sur des populations différentes de celle ayant servi à la constitution du référentiel, à savoir la population Franco-canadienne. Après avoir codé les radiographies selon la méthode de Demirjian, les scores numériques correspondant aux différents stades dentaires sont lus directement sur les tables de conversion. La majorité de ces études mettent en avant le fait que les canadiens d'origine française présentent des retards d'âge dentaire par rapport à l'ensemble des populations testées, allant de quelques mois à 1,8 ans. Ceci a pour conséquence, lorsque les standards des canadiens d'origine française sont utilisés, de sous-estimer l'âge des individus issus d'autres populations.

L'origine du retard de développement dentaire des Franco-canadiens, par rapport aux autres populations testées a fait l'objet de diverses tentatives d'explication. Des auteurs ont souligné que les représentations des percentiles des scores de maturation dentaire proposées par ces derniers ont été obtenues par régression linéaire et corrigées manuellement de manière à regrouper sur la courbe le plus grand nombre de points possible.

Une étude menée par Davis et Hägg, a montré une différence lorsque l'on déterminait l'âge d'une population chinoise à partir des tables de référence de Demirjian. Les résultats montrent la nécessité de créer des tables de référence pour chaque population (6).

Une autre étude a été menée en 1990 par Harris et McKee basée sur la méthode de Moorrees et al. 655 sujets « blancs » et 335 sujets « noirs » vivant dans le Tennessee ont été observés afin d'étudier la question de l'impact de l'origine géographique sur le développement dentaire. L'âge médian et la variance associée sont calculés pour chaque stade dentaire puis comparés 2 à 2 selon l'origine des individus. Ils constituent des standards différents de celui élaboré par Moorrees et al. (1963). Les garçons « noirs » sont significativement en avance par rapport aux garçons « blancs » dans 26% des cas, les filles « noires » étant elles significativement en avance sur les filles « blanches » dans 42% des cas.

Les Africains ont une éruption plus précoce de la troisième molaire (13 ans) que les Caucasiens (16,5 ans) alors que l'incidence d'agénésie de la troisième molaire est plus importante (54).

3. Les différentes modélisations de l'âge :

3.1. Les équations se rapportant à la modélisation.

- **Méthode selon Gleisser et Hunt :**

Une première étude menée par Messoten et al. en 2002 a permis d'établir, selon le sexe, plusieurs formules de régression linéaire permettant de déterminer l'âge lorsqu'une, deux, trois ou quatre dents de sagesse sont présentes. Cette étude s'est portée sur 1175 OPT provenant d'une population caucasienne âgée de 16 à 22 ans (35).

n (garçons)	Nbre de 3 ^{èmes} molaires présentes	R ²	Formule de régression	Ecart Type
1	SD\SG\ID\IG		Trop peu d'observations	
2	SD\SG	0,59	y = 13,4694+0,7524SG	1,45
	SD-IG\SD-ID	-	Trop peu d'observations	-
	SG-IG	0,59	y = 13,4694+0,7524SG	1,45
	SG-ID	-	Trop peu d'observations	-
	ID-IG	-	y = 15,9933+0,4494ID	1,13
		-		-
3	SD-SG-IG	0,65	y = 13,0664+0,8006IG	1,14
	D-SG-IG	0,65	y = 13,0664+0,8006IG	1,14
	D-ID-IG	0,65	y = 13,0664+0,8006IG	1,14
	I-ID-IG	0,65	y = 13,0664+0,8006IG	1,14
	SD-SG-ID	0,69	y = 13,0189+0,4613SG+0,3785ID	1,01
	SG-ID-IG	0,69	y = 13,0189+0,4613SG+0,3785ID	-
4	SD-SG-ID-IG	0,48	y = 10,200+0,5122SG+0,5276IG	1,52

Figure 59. Formules de régression linéaire pour les garçons (35).

SD: supérieure droite.

SG: supérieure gauche.

ID: inférieure droite.

IG: inférieure gauche.

n: nombre absolu.

R²: coefficient de corrélation multiple.

n (filles)	Nbre de 3èmes molaires présentes	R²	Formule de régression linéaire	Ecart Type
1	SD	0,42	y = 15,5810+0,6057SD (seulement 11 observations)	-
	SG\ID\IG	-	Trop peu d'observations	-
2	SD-SG	0,49	y = 13,9157+0,6986SG	1,73
	SD-IG\SD-ID	-	Trop peu d'observations	-
	SG-IG\SG-ID	-	Trop peu d'observations	-
	ID-IG	0,34	y = 15,2038+0,5507ID	1,41
3	SD-SG-IG	0,28	y = 15,3523+0,5452IG	1,63
	SD-SG-IG	0,28	y = 15,3523+0,5452IG	1,63
	SD-SG-IG	0,40	y = 14,1709+0,6688ID	1,61
	SD-ID-IG	0,40	y = 14,1709+0,6688ID	1,61
	SG-ID-IG	0,40	y = 14,1709+0,6688ID	1,61
	SG-ID-IG	0,28	y = 15,3523+0,5452IG	1,63
4	SD-SG-ID-IG	0,37	y = 13,6206+0,1933SD+0,5080ID	1,56

Figure 60. Formule de régression linéaire pour les filles (35).

SD: supérieure droite.
SG: supérieure gauche.
ID: inférieure droite.
IG: inférieure gauche.

n: nombre absolu.

R²: coefficient de corrélation multiple.

Une étude menée un peu plus tard en 2003 toujours par Messoten et al a permis d'établir de nouvelles formules de régression linéaire permettant de déterminer l'âge lorsqu'une seule dent de sagesse est présente. Elle porte sur l'analyse de 2513 OPT provenant d'une population caucasienne avec un âge compris entre 15 et 22 ans (36).

	3 ^{ème} molaire	R ²	Formule de régression	S.D	σ _{est}
Garçons	UR	0,38	12,2870+0,8169UR	1,57	1,59
	UL	0,40	12,2353+0,8231UL	1,53	1,62
	LL	0,40	13,3669+0,7291LL	1,53	1,53
	LR	0,38	13,6521+0,6998LR	1,56	1,56
Filles	UR	0,35	13,8062+0,6799UR	1,60	1,60
	UL	0,35	13,8073+0,6759UL	1,59	1,59
	LL	0,37	14,2041+0,6639LL	1,55	1,55
	LR	0,39	14,0809+0,6770LR	1,54	1,54

Figure 61. Formules de régression linéaire modifiées (36).

R² : coefficient de corrélation multiple.

S.D : déviation standard.

σ_{est} : estimation de l'erreur standard.

$$\frac{\sqrt{(X - X')^2}}{N - 2}$$

X' : score prédictif

X : score actuel

N : nombre

UR : Supérieur droit.

UL : Supérieur gauche.

LR : Inférieur droit.

LL : Inférieur gauche.

- **Méthode de Demirjian :**

Afin d'obtenir une fonction des scores se rapportant à la maturité dentaire, une fonction cubique a été calculée pour les 8 dents mandibulaires utilisées sur un échantillon de 1031 OPT avec un âge compris entre 2 et 18 ans de population caucasienne :

$$Y = ax^3 + bX^2 + cX + d$$

Avec : Y=l'âge

X=score de maturité dentaire

On obtient un âge prédictif avec 95, 97 et 99% d'intervalle de confiance (6).

3.2. Les tables de référence.

- **Méthode de Demirjian :**

La somme des scores de chaque dent est calculée. On obtient un score allant de 0 à 100. Ce score est converti en âge dentaire grâce aux tables de conversion figurant ci après. On obtient ainsi des courbes de percentile. Elles sont calculées avec le 1^{er}, 5^{ème}, 16^{ème}, 50^{ème}, 84^{ème}, 95^{ème}, 99^{ème} percentile. Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel SPSS et STATISTICA. Lorsque l'on utilise 8 dents dans la méthode de Demirjian, on obtient un score pouvant aller jusqu'à 18 ans, alors que lorsque l'on utilise 7 dents, on obtient un score allant jusqu'à 16 ans. Ainsi, l'ajout de la troisième molaire augmente la prédiction de l'âge de 2 ans en comparaison avec la méthode de Demirjian avec 7 dents.

Ces formules ont été obtenues d'après un échantillon de 1031 OPT avec un âge compris entre 2 et 18 ans (6).

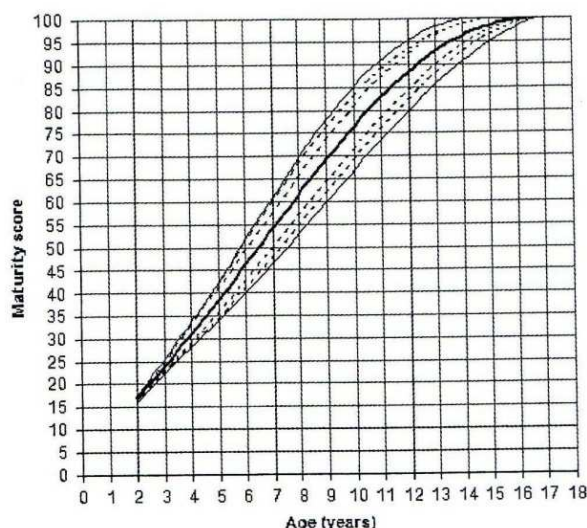


Figure 62. Courbes de percentile des garçons lorsque 7 dents sont prises en compte (6).

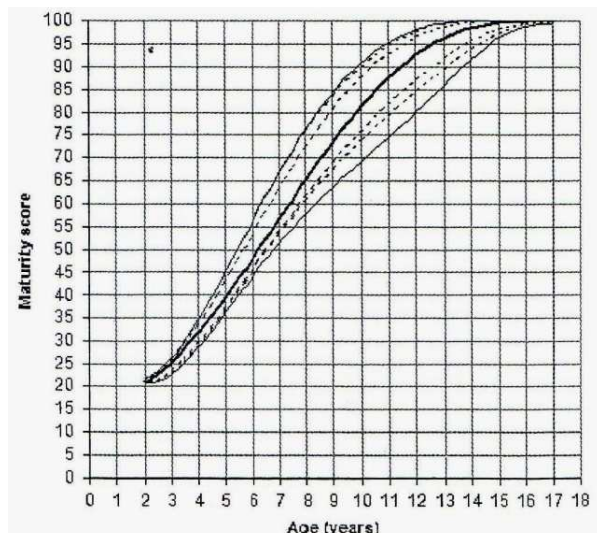


Figure 63. Courbes de percentile des filles lorsque 7 dents sont prises en compte (6).

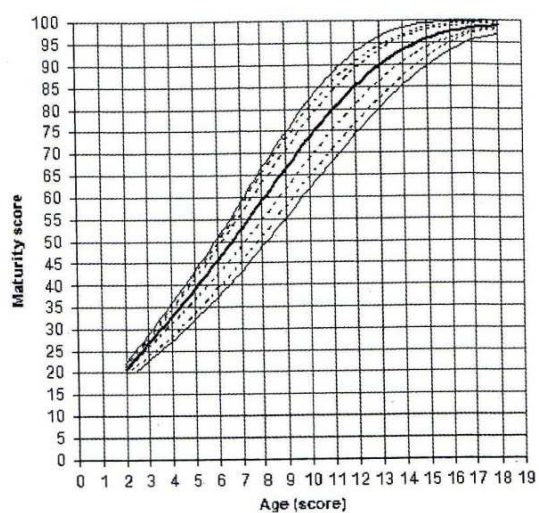


Figure 64. Courbes de percentile des garçons lorsque 8 dents sont prises en compte (6).

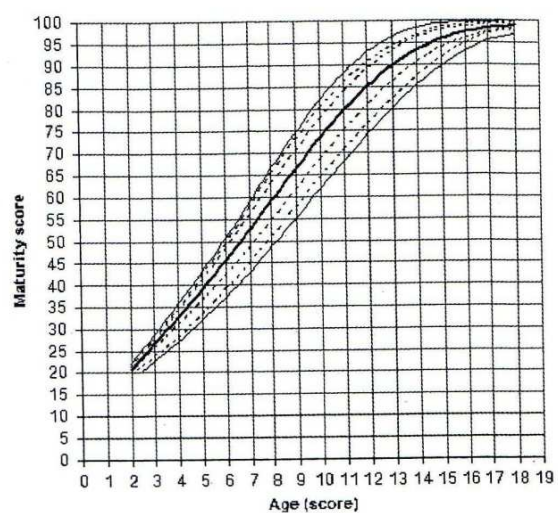


Figure 65. Courbes de percentile des filles lorsque 8 dents sont prises en compte (6).

Age	1%	5%	16%	50%	84%	95%	99%
2.00	20.70	20.76	20.80	21.12	21.29	21.56	21.83
2.25	20.73	20.80	20.89	21.41	22.02	22.22	22.45
2.50	21.06	21.19	21.52	22.61	23.01	23.21	23.42
2.75	21.72	21.88	22.39	23.91	24.24	24.5	24.69
3.00	22.66	22.85	23.47	25.31	25.69	26.06	26.24
3.25	23.85	24.05	24.74	26.80	27.33	27.85	28.02
3.50	25.23	25.44	26.16	28.38	29.15	29.84	30.02
3.75	26.79	27.01	27.73	30.05	31.12	32.01	32.20
4.00	28.48	28.72	29.42	31.79	33.22	34.32	34.53
4.25	30.27	30.55	31.22	33.61	35.44	36.76	36.99
4.50	32.15	32.47	33.09	35.49	37.76	39.31	39.56
4.75	34.08	34.47	35.04	37.44	40.15	41.93	42.21
5.00	36.04	36.52	37.04	39.44	42.62	44.61	44.93
5.25	38.03	38.6	39.09	41.50	45.13	47.33	47.68
5.50	40.01	40.71	41.16	43.59	47.68	50.07	50.46
5.75	41.98	42.83	43.25	45.73	50.25	52.82	53.25
6.00	43.93	44.94	45.36	47.89	52.83	55.56	56.03
6.25	45.84	47.04	47.46	50.08	55.40	58.27	58.79
6.50	47.72	49.12	49.56	52.28	57.96	60.95	61.50
6.75	49.55	51.16	51.64	54.50	60.50	63.58	64.17
7.00	51.34	53.17	53.71	56.72	63.00	66.15	66.78
7.25	53.07	55.15	55.75	58.93	65.46	68.66	69.32
7.50	54.75	57.07	57.76	61.14	67.86	71.08	71.78
7.75	56.39	58.96	59.74	63.33	70.20	73.43	74.16
8.00	57.97	60.79	61.68	65.50	72.48	75.68	76.44
8.25	59.51	62.58	63.59	67.64	74.68	77.84	78.62
8.50	61.00	64.31	65.46	69.74	76.80	79.90	80.70
8.75	62.46	66.00	67.28	71.80	78.83	81.86	82.67
9.00	63.88	67.64	69.07	73.82	80.78	83.71	84.53
9.25	65.27	69.24	70.81	75.79	82.63	85.45	86.27
9.50	66.64	70.79	72.51	77.69	84.39	87.08	87.91
9.75	67.99	72.31	74.16	79.54	86.04	88.61	89.42
10.00	69.33	73.78	75.77	81.32	87.60	90.02	90.82
10.25	70.66	75.22	77.34	83.02	89.06	91.33	92.11
10.50	71.99	76.63	78.87	84.66	90.41	92.52	93.28
10.75	73.32	78.01	80.35	86.21	91.66	93.62	94.34
11.00	74.66	79.36	81.80	87.68	92.80	94.61	95.29
11.25	76.01	80.68	83.20	89.07	93.85	95.50	96.14
11.50	77.37	81.98	84.55	90.37	94.79	96.29	96.89
11.75	78.75	83.26	85.87	91.58	95.64	97.00	97.54
12.00	80.14	84.52	87.14	92.70	96.39	97.61	98.10
12.25	81.55	85.76	88.37	93.74	97.06	98.14	98.57
12.50	82.98	86.97	89.55	94.68	97.63	98.59	98.96
12.75	84.41	88.16	90.68	95.53	98.12	98.97	99.27
13.00	85.85	89.33	91.77	96.29	98.53	99.29	99.52
13.25	87.30	90.47	92.80	96.97	98.87	99.54	99.71
13.50	88.73	91.58	93.77	97.56	99.14	99.74	99.84
13.75	90.14	92.65	94.69	98.07	99.35	99.88	99.92
14.00	91.52	93.67	95.54	98.50	99.51	99.92	99.96
14.25	92.86	94.64	96.32	98.85	99.62	100	100
14.50	94.13	95.55	97.02	99.14	99.69	100	100
14.75	95.31	96.38	97.64	99.36	99.72	100	100
15.00	96.39	97.13	98.16	99.53	99.73	100	100
15.25	97.24	97.77	98.58	99.66	99.74	100	100
15.50	97.92	98.30	98.89	99.74	99.76	100	100
15.75	98.42	98.79	99.07	99.79	99.81	100	100
16.00	98.79	99.14	99.19	99.82	99.85	100	100
16.25	99.12	99.21	99.32	99.85	99.87	100	100
16.50	99.30	99.36	99.44	99.88	99.91	100	100
16.75	99.44	99.50	99.59	99.92	100	100	100
17.00	99.52	99.60	99.74	100	100	100	100

Figure 66. Tables de conversion par âge pour les filles, selon la méthode de 7 dents (6).

Age	1%	5%	16%	50%	84%	95%	99%
2.00	16.04	16.19	16.39	17.04	17.17	17.28	17.61
2.25	17.66	17.73	17.90	18.72	19.03	19.06	19.39
2.50	19.23	19.25	19.42	20.42	20.80	20.85	21.45
2.75	20.76	20.77	20.95	22.13	22.63	22.73	23.48
3.00	22.27	22.33	22.50	23.85	24.53	24.67	25.48
3.25	23.75	23.76	24.07	25.60	26.50	26.67	27.45
3.50	25.22	25.24	25.66	27.37	28.55	28.72	29.42
3.75	26.67	26.74	27.27	29.15	30.65	30.81	31.37
4.00	28.13	28.24	28.89	30.96	32.81	32.94	33.33
4.25	29.58	29.76	30.54	32.79	34.99	35.11	35.51
4.50	31.04	31.29	32.20	34.64	36.95	37.30	37.56
4.75	32.50	32.84	33.89	36.51	38.93	39.52	39.85
5.00	33.98	34.41	35.59	38.40	40.91	41.77	42.17
5.25	35.47	35.99	37.31	40.30	42.91	44.02	44.51
5.50	36.98	37.60	39.05	42.23	44.93	46.29	46.87
5.75	38.51	39.23	40.81	44.16	46.95	48.55	49.24
6.00	40.05	40.88	42.57	46.11	48.99	50.82	51.61
6.25	41.62	42.56	44.36	48.06	51.04	53.08	53.99
6.50	43.21	44.25	46.15	50.03	53.10	55.33	56.35
6.75	44.81	45.96	47.96	51.99	55.17	57.57	58.50
7.00	46.44	47.70	49.77	53.96	57.24	59.78	60.74
7.25	48.08	49.45	51.60	55.93	59.30	61.97	63.04
7.50	49.74	51.21	53.42	57.89	61.37	64.13	65.32
7.75	51.42	52.99	55.26	59.85	63.43	66.25	67.55
8.00	53.11	54.78	57.09	61.79	65.47	68.33	69.75
8.25	54.82	56.58	58.92	63.72	67.50	70.37	71.89
8.50	56.53	58.38	60.74	65.63	69.50	72.36	73.99
8.75	58.26	60.19	62.56	67.51	71.48	74.30	76.02
9.00	59.98	62.00	64.38	69.38	73.43	76.19	77.99
9.25	61.71	63.8	66.18	71.21	75.34	78.01	79.89
9.50	63.44	65.6	67.96	73.01	77.21	79.78	81.72
9.75	65.17	67.38	69.73	74.77	79.03	81.48	83.48
10.00	66.89	69.16	71.48	76.50	80.80	83.11	85.16
10.25	68.60	70.92	73.21	78.18	82.51	84.66	86.75
10.50	70.29	72.65	74.91	79.81	84.15	86.15	88.26
10.75	71.97	74.36	76.58	81.40	85.74	87.56	89.68
11.00	73.63	76.05	78.22	82.93	87.25	88.90	91.02
11.25	75.26	77.70	79.83	84.41	88.68	90.15	92.26
11.50	76.87	79.32	81.4	85.83	90.04	91.33	93.41
11.75	78.45	80.90	82.92	87.19	91.31	92.42	94.47
12.00	79.99	82.44	84.41	88.49	92.50	93.44	95.43
12.25	81.5	83.93	85.84	89.72	93.61	94.37	96.30
12.50	82.97	85.37	87.23	90.88	94.62	95.23	97.08
12.75	84.39	86.76	88.56	91.97	95.54	96.00	97.77
13.00	85.78	88.10	89.84	93.00	96.37	96.70	98.37
13.25	87.11	89.38	91.05	93.95	97.11	97.32	98.88
13.50	88.40	90.60	92.20	94.83	97.76	97.86	99.31
13.75	89.63	91.75	93.29	95.63	98.32	98.33	99.67
14.00	90.81	92.84	94.30	96.36	98.73	98.80	99.94
14.25	91.94	93.87	95.25	97.02	99.07	99.19	99.95
14.50	93.01	94.82	96.12	97.61	99.34	99.50	100
14.75	94.03	95.71	96.91	98.13	99.56	99.73	100
15.00	94.99	96.52	97.62	98.57	99.72	99.90	100
15.25	95.89	97.26	98.24	98.95	100	100	100
15.50	96.74	97.93	98.78	99.25	100	100	100
15.75	97.53	98.53	99.23	99.50	100	100	100
16.00	98.26	99.05	99.58	99.69	100	100	100
16.25	98.95	99.51	99.74	99.81	100	100	100
16.50	99.58	99.89	100	100	100	100	100
16.75	100	100	100	100	100	100	100
17.00	100	100	100	100	100	100	100

Figure 67. Tables de conversion par âge pour les garçons, selon la méthode de 7 dents (6).

Age	1%	5%	16%	50%	84%	95%	99%
2.00	23.21	23.28	23.30	23.47	24.20	24.69	25.10
2.25	23.23	23.32	23.83	24.30	24.75	25.14	25.67
2.50	23.35	23.39	24.50	25.24	25.54	25.89	26.50
2.75	23.70	23.74	25.32	26.27	26.54	26.91	27.58
3.00	24.25	24.27	26.26	27.40	27.73	28.18	28.89
3.25	24.97	25.03	27.33	28.62	29.10	29.66	30.38
3.50	25.84	26.03	28.50	29.93	30.63	31.33	32.06
3.75	26.86	27.19	29.77	31.31	32.30	33.16	33.88
4.00	27.99	28.50	31.13	32.78	34.09	35.14	35.84
4.25	29.23	29.93	32.57	34.32	35.99	37.23	37.92
4.50	30.55	31.47	34.08	35.93	37.98	39.43	40.09
4.75	31.96	33.10	35.66	37.60	40.06	41.70	42.34
5.00	33.42	34.80	37.29	39.33	42.19	44.04	44.66
5.25	34.94	36.55	38.97	41.11	44.38	46.42	47.02
5.50	36.50	38.35	40.69	42.94	46.60	48.83	49.42
5.75	38.09	40.18	42.44	44.81	48.86	51.26	51.84
6.00	39.71	42.03	44.22	46.71	51.13	53.69	54.27
6.25	41.34	43.89	46.03	48.64	53.40	56.11	56.69
6.50	42.98	45.76	47.85	50.60	55.67	58.50	59.09
6.75	44.63	47.61	49.67	52.57	57.93	60.87	61.48
7.00	46.27	49.46	51.50	54.56	60.17	63.19	63.82
7.25	47.91	51.28	53.33	56.55	62.38	65.46	66.13
7.50	49.54	53.08	55.16	58.54	64.55	67.68	68.38
7.75	51.16	54.85	56.97	60.53	66.67	69.83	70.57
8.00	52.77	56.59	58.77	62.50	68.75	71.92	72.70
8.25	54.36	58.29	60.55	64.46	70.78	73.93	74.76
8.50	55.93	59.96	62.30	66.39	72.74	75.86	76.75
8.75	57.48	61.59	64.03	68.29	74.64	77.72	78.65
9.00	59.01	63.18	65.73	70.17	76.47	79.49	80.47
9.25	60.52	64.73	67.40	72.00	78.23	81.17	82.21
9.50	62.01	66.24	69.03	73.79	79.91	82.76	83.85
9.75	63.48	67.70	70.63	75.53	81.52	84.27	85.41
10.00	64.93	69.13	72.18	77.22	83.04	85.69	86.87
10.25	66.37	70.53	73.70	78.86	84.49	87.02	88.24
10.50	67.78	71.88	75.16	80.43	85.85	88.27	89.51
10.75	69.18	73.20	76.59	81.94	87.13	89.43	90.69
11.00	70.56	74.49	77.96	83.39	88.33	90.50	91.78
11.25	71.93	75.74	79.29	84.77	89.45	91.49	92.78
11.50	73.28	76.96	80.57	86.07	90.48	92.40	93.69
11.75	74.61	78.16	81.79	87.30	91.43	93.24	94.52
12.00	75.93	79.32	82.97	88.45	92.31	94.00	95.26
12.25	77.24	80.47	84.10	89.53	93.10	94.69	95.91
12.50	78.53	81.58	85.17	90.53	93.82	95.31	96.49
12.75	79.81	82.67	86.19	91.46	94.47	95.86	97.00
13.00	81.07	83.74	87.16	92.30	95.05	96.36	97.43
13.25	82.31	84.79	88.08	93.07	95.56	96.80	97.80
13.50	83.53	85.82	88.94	93.77	96.00	97.18	98.11
13.75	84.73	86.82	89.76	94.39	96.39	97.52	98.36
14.00	85.91	87.80	90.52	94.94	96.72	97.81	98.57
14.25	87.05	88.75	91.24	95.42	97.00	98.06	98.73
14.50	88.17	89.67	91.91	95.84	97.23	98.27	98.85
14.75	89.25	90.57	92.53	96.19	97.42	98.44	98.94
15.00	90.29	91.43	93.10	96.50	97.58	98.59	99.09
15.25	91.27	92.25	93.63	96.75	97.70	98.71	99.21
15.50	92.20	93.03	94.11	96.96	97.80	98.80	99.30
15.75	93.07	93.76	94.55	97.13	97.87	98.87	99.37
16.00	93.86	94.43	94.95	97.27	97.93	98.92	99.42
16.25	94.57	95.04	95.31	97.39	98.03	98.95	99.55
16.50	95.19	95.57	95.63	97.50	98.09	98.97	99.67
16.75	95.70	96.03	96.04	97.61	98.19	99.02	99.72
17.00	96.09	96.29	96.31	97.74	98.36	99.17	99.81
17.25	96.35	96.44	96.49	97.88	98.42	99.31	99.86
17.50	96.45	96.58	96.68	98.05	98.59	99.57	99.90
17.75	96.49	96.78	96.85	98.28	98.79	99.65	99.95
18.00	96.55	96.80	96.88	98.56	99.10	99.74	100.00

Figure 68. Tables de conversion par âge pour les filles, selon la méthode de 8 dents (6).

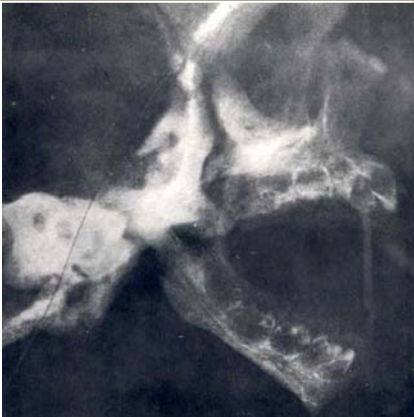
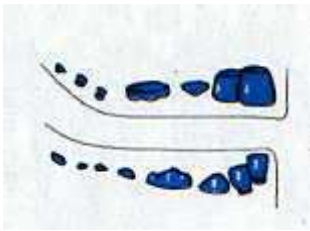
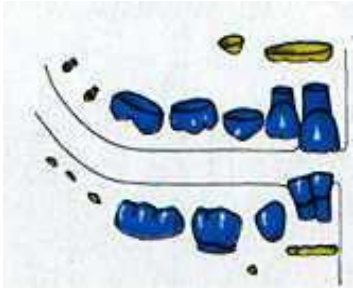
Age	1%	5%	16%	50%	84%	95%	99%
2.00	18.42	19.73	19.75	20.63	21.42	21.98	22.46
2.25	19.49	20.64	21.34	22.19	22.96	23.50	24.01
2.50	20.55	21.59	22.85	23.72	24.50	25.04	25.59
2.75	21.62	22.58	24.31	25.24	26.06	26.62	27.19
3.00	22.70	23.62	25.72	26.74	27.49	28.05	28.64
3.25	23.78	24.69	27.10	28.24	29.15	29.70	30.52
3.50	24.88	25.80	28.45	29.73	30.81	31.41	32.24
3.75	26.00	26.95	29.79	31.24	32.37	32.98	34.00
4.00	27.13	28.14	31.12	32.75	34.05	34.70	35.69
4.25	28.29	29.37	32.45	34.28	35.74	36.17	37.63
4.50	29.48	30.63	33.79	35.83	37.45	38.07	39.40
4.75	30.69	31.93	35.14	37.39	39.18	40.01	41.31
5.00	31.92	33.26	36.51	38.98	40.92	41.99	43.06
5.25	33.19	34.62	37.89	40.59	42.69	43.60	44.83
5.50	34.48	36.02	39.30	42.22	44.48	45.50	46.63
5.75	35.80	37.44	40.74	43.87	46.29	47.31	48.46
6.00	37.16	38.90	42.20	45.54	48.12	49.13	50.61
6.25	38.54	40.38	43.70	47.24	49.96	51.20	52.47
6.50	39.95	41.88	45.22	48.95	51.82	53.27	54.55
6.75	41.39	43.41	46.76	50.69	53.70	55.34	56.63
7.00	42.85	44.96	48.34	52.43	55.58	57.41	58.71
7.25	44.34	46.53	49.94	54.19	57.47	59.47	60.80
7.50	45.86	48.11	51.57	55.96	59.37	61.51	62.87
7.75	47.40	49.71	53.21	57.74	61.26	63.53	64.94
8.00	48.95	51.32	54.88	59.52	63.15	65.53	66.98
8.25	50.53	52.94	56.57	61.30	65.03	67.50	69.00
8.50	52.12	54.57	58.26	63.08	66.90	69.43	70.99
8.75	53.72	56.21	59.97	64.85	68.75	71.32	72.95
9.00	55.34	57.85	61.68	66.61	70.58	73.17	74.87
9.25	56.96	59.49	63.39	68.35	72.39	74.98	76.74
9.50	58.59	61.12	65.11	70.07	74.16	76.73	78.56
9.75	60.23	62.76	66.81	71.77	75.90	78.42	80.32
10.00	61.86	64.39	68.50	73.44	77.59	80.06	82.02
10.25	63.49	66.00	70.18	75.08	79.24	81.64	83.66
10.50	65.11	67.61	71.83	76.68	80.84	83.15	85.23
10.75	66.72	69.20	73.46	78.24	82.39	84.60	86.73
11.00	68.32	70.78	75.07	79.76	83.88	85.97	88.15
11.25	69.91	72.33	76.63	81.23	85.31	87.27	89.49
11.50	71.47	73.87	78.16	82.64	86.67	88.50	90.75
11.75	73.02	75.38	79.65	84.01	87.96	89.66	91.93
12.00	74.54	76.86	81.08	85.31	89.19	90.74	93.01
12.25	76.02	78.31	82.47	86.56	90.33	91.74	94.01
12.50	77.48	79.73	83.81	87.74	91.40	92.66	94.92
12.75	78.91	81.11	85.08	88.86	92.40	93.51	95.75
13.00	80.29	82.46	86.30	89.91	93.31	94.28	96.48
13.25	81.64	83.76	87.46	90.89	94.14	94.98	97.12
13.50	82.94	85.03	88.55	91.81	94.90	95.60	97.68
13.75	84.19	86.24	89.57	92.65	95.57	96.16	98.16
14.00	85.40	87.41	90.53	93.43	96.17	96.69	98.56
14.25	86.56	88.53	91.42	94.14	96.68	97.23	98.88
14.50	87.66	89.59	92.24	94.78	97.13	97.64	99.13
14.75	88.71	90.60	92.99	95.35	97.50	98.04	99.32
15.00	89.71	91.55	93.68	95.86	97.80	98.33	99.45
15.25	90.64	92.45	94.30	96.31	98.05	98.50	99.53
15.50	91.52	93.28	94.86	96.71	98.23	98.70	99.56
15.75	92.33	94.04	95.36	97.05	98.37	98.85	99.61
16.00	93.08	94.74	95.80	97.35	98.46	98.91	99.63
16.25	93.77	95.37	96.20	97.60	98.51	98.95	99.67
16.50	94.40	95.92	96.55	97.82	98.64	99.10	99.69
16.75	94.97	96.41	96.86	98.02	98.76	99.13	99.72
17.00	95.47	96.82	97.15	98.19	98.90	99.23	99.75
17.25	95.91	97.15	97.41	98.36	98.99	99.30	99.80
17.50	96.28	97.41	97.66	98.53	99.09	99.39	99.85
17.75	96.60	97.58	97.90	98.71	99.14	99.46	99.98
18.00	96.86	97.68	98.16	98.92	99.28	99.59	100.00

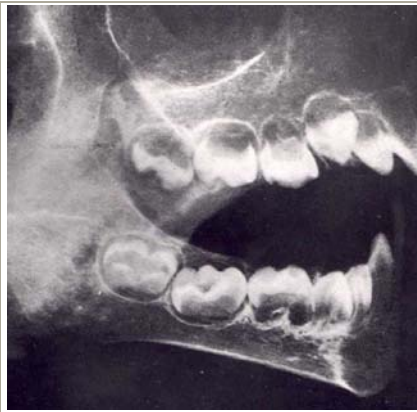
Figure 69. Tables de conversion par âge pour les garçons, selon la méthode de 8 dents (6).

3.3. Quelles dents sélectionnées pour l'estimation de l'âge.

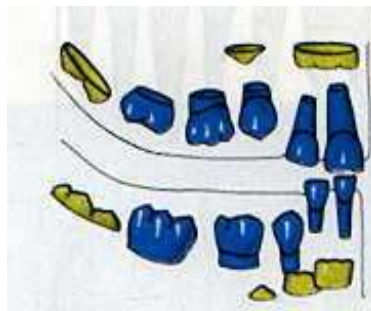
L'âge chez les plus jeunes peut être évalué avec la plus grande exactitude car un grand nombre de dents sont en cours d'édification et les stades de développement et de maturation s'étalent sur une courte période. On obtient donc, en général, des résultats précis. Plus tard dans l'adolescence, après la formation des prémolaires et des canines, seuls les troisièmes molaires poursuivent leur développement. Outre le fait que les troisièmes molaires restent des dents variables dans leur position, leur forme, leur nombre, elles restent cependant les seuls indicateurs biologiques en cours de développement disponible à cet âge (37) (29).

Voici une illustration du développement dentaire.

	 Schour & Massler Diagram Newborn	
Newborn Boy (UIC Series)		Sperry Skull Newborn
	 Schour & Massler Diagram Age 6 Months	
6 Month Old Girl (UIC Series)		



9 Month Old Girl (UIC Series)



Schour & Massler Diagram

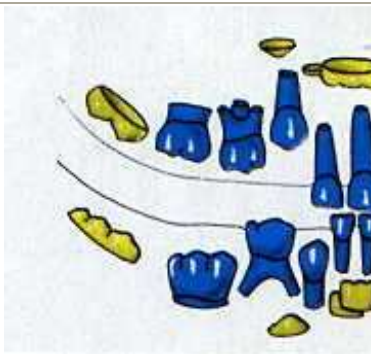
Age 9 Months



Sperry Skull 9 Month Old



1 Year Old Girl (UIC Series)

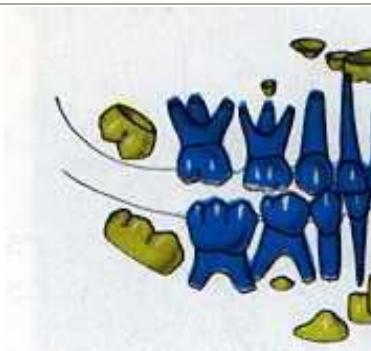


Schour & Massler Diagram

Age 1 year



2 Year Old Girl (UIC Series)

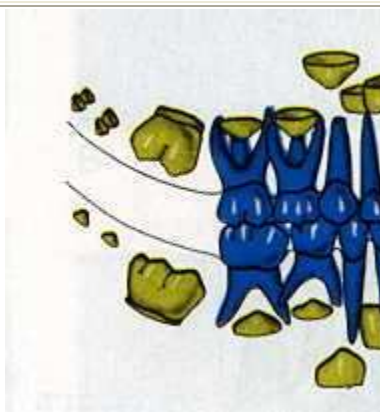


Schour & Massler Diagram

Age 2 Years



3 Year Old Girl (UIC Series)

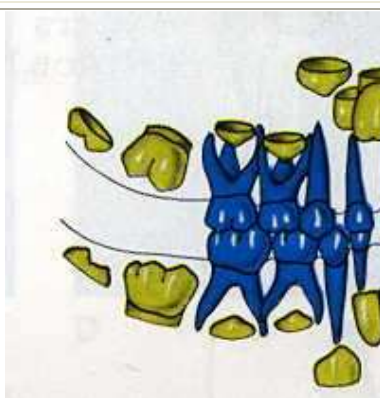


Schour & Massler Diagram

Age 3 Years



4 Year Old Boy (UIC Series)

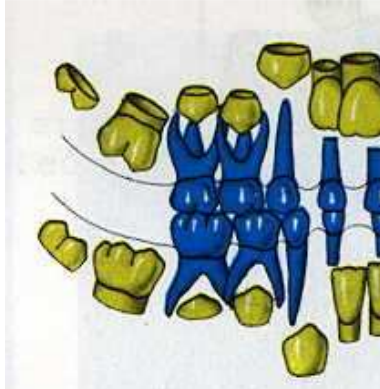


Schour & Massler Diagram

Age 4 Years



5 Year Old Boy (UIC Series)



Schour & Massler Diagram

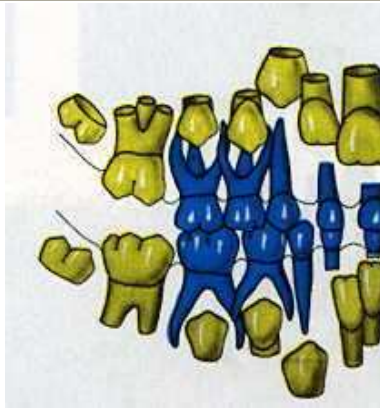
Age 5 Years



Sperry Skull Age 5



6 Year Old Boy (UIC Series)



Schour & Massler Diagram

Age 6 Years

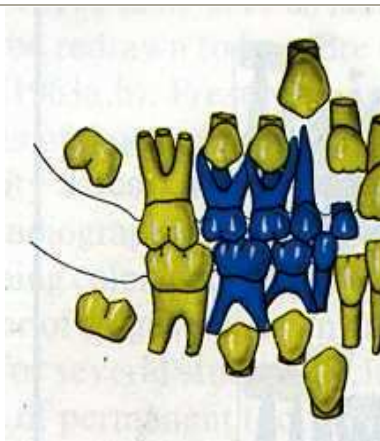


Sperry Skull 6 Year Old

(Tooth #B missing)

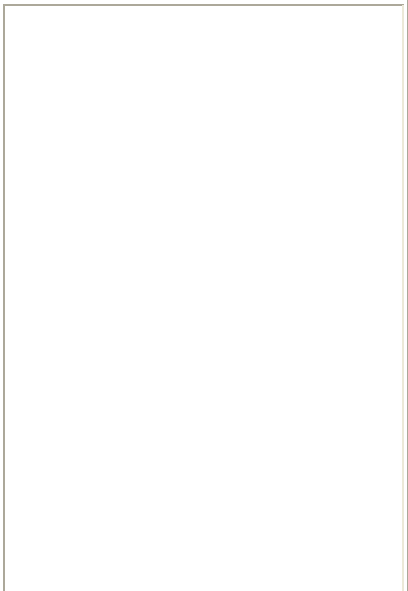


7 Year Old Boy (UIC Series)

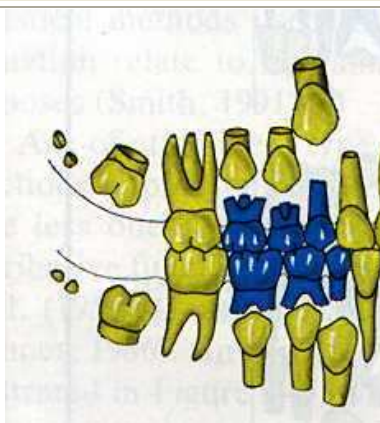


Schour & Massler Diagram

Age 7 Years

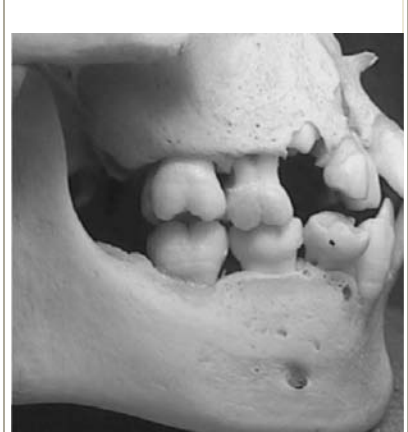


9 Year Old Boy (UIC Series)



Schour & Massler Diagram

Age 9 Years



Sperry Skull 9 Year Old

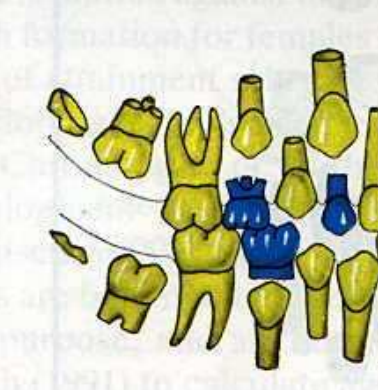
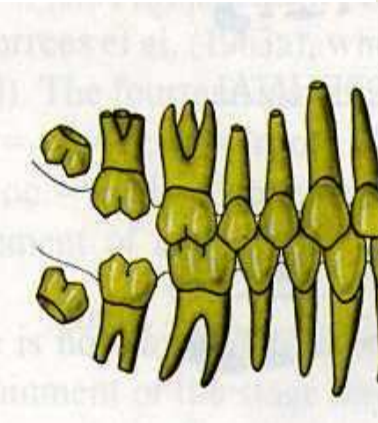
 10 Year Old Boy (UIC Series)	 Schour & Massler Diagram Age 10 Years	
 Radiographic Image of Sperry Skull 11-12 Years Old	 Schour & Massler Diagram Age 12 Years	 Sperry Skull 11-12 Years Old

Figure 70. Corrélation entre l'image radiologique, le diagramme de développement de Schour et Massler et le crâne (37).

Période embryonnaire, fœtale et néonatale	- Etat des bourgeons dentaires sur radiographie panoramique. - Analyse d'une coupe dentaire, examen des stries de Retzius permettant d'établir la croissance de la dent et permettant de confronter la disposition des stries de croissance par rapport à la ligne néonatale décrite par Orban (=strie plus accentuée que les autres qui correspond au passage de la vie intra-utérine à la vie extra-utérine).
Période infantile ou subadulte	- Examen clinique et étude de l'éruption dentaire déciduale et permanente (Ubelaker, 1999). - Etude du degré de calcification des couronnes et des racines visualisées sur les radiographies (Demirjian et al. 1973)
Période subadulte à adulte	- Etat de croissance des dents de sagesse.
Age adulte	- Rapports entre la taille de racine-couronne-cavité pulpaire (Kvaal et Solheim, 1989) - Méthode de Lamendin. - Mesure de la hauteur de la translucidité apicale (Bang et Ramm, 1970)

Figure 71. Etude de l'évolution dentaire en fonction de l'âge, choix de la méthode de détermination (3).

Il y a en conclusion différentes méthodes pour évaluer la minéralisation de la dent basée sur la classification de ces stades.

Une étude menée par Olze [et al] en 2004 (42) a pour but d'évaluer la validité des systèmes d'estimations de l'âge. A cette fin les auteurs ont analysés 420 OPT provenant d'une population allemande âgée de 12 à 25 ans. Le stade de minéralisation de la dent 38 a été déterminé selon les stades définis par Gleisser et Hunt, Gustafson, Demirjian et al et Nortje. Les résultats les plus exacts ont été obtenus avec la méthode de Demirjian, pas seulement pour l'exactitude entre les examinateurs mais aussi pour l'exactitude entre l'âge estimé et l'âge réel.

D'après les auteurs, la méthode de Demirjian est une méthode intéressante et précise. Cela provient du fait qu'elle repose sur une classification comprenant un nombre de stade suffisant et qui sont définis indépendamment des estimations spéculatives de longueurs.

D'où l'intérêt de notre étude qui va suivre d'avoir employé la méthode de Demirjian.

III. Etude d'une technique d'estimation de l'âge utilisant la troisième molaire (méthode de Demirjian) :

Le but de cette étude est de déterminer la performance de plusieurs modèles qui estiment l'âge d'un sujet à partir du stade de développement des troisièmes molaires. Tous les modèles doivent être testés sur une partie de l'échantillon qui a servi à la modélisation (validation interne) et sur des échantillons indépendants (validation externe).

Nous avons sélectionnés 200 panoramiques dentaires (100 filles, 100 garçons) de patients d'origine caucasienne. Nous avons calculés pour chacun de ces sujets l'âge estimé, à partir de différents modèles ayant pour population de références des populations caucasiennes, et nous l'avons comparé à l'âge réel des sujets de l'échantillon. Les résultats de notre étude montrent que le pourcentage de sujets bien classés par les différents modèles étudiés varie entre 81,8 et 100%. Ces variations sont à comparer au pourcentage théorique de 95 % habituellement pris comme référence pour ces modèles (risque $\alpha=5\%$). Ces observations doivent être prises en compte par l'expert, qui doit retranscrire dans son rapport les imprécisions dues aux modèles sur lesquels il fonde son jugement.

1. Validation externe, validation interne.

De nombreuses études (35) (59) présentent pour des populations de référence des tables indiquant pour chaque stade de développement l'âge moyen et écart type de cet âge. La construction mathématique de ces tables repose sur l'hypothèse que le phénomène mesuré suit une loi normale. Cette simplification facilite l'utilisation de ces tables, et la généralisation des modèles estimatifs de l'âge : cependant pour chacun de ces modèles une vérification doit être réalisée afin de valider leur construction. En théorie l'échantillon de référence doit être scindé en deux : les deux-tiers doivent servir à la réalisation des tables, tandis que l'autre tiers doit servir à vérifier le bon « étalonnage » de la table (**validation interne**).

Cette étape permet d'avoir une approche assez optimiste puisque les observations sont réalisées par les mêmes opérateurs sur une population homogène, l'échantillon sur lequel est réalisé la validation interne est identique (a priori) à celui qui a servi à l'élaboration des tables puisqu'issu de la même population. Cette étape permet de déterminer une estimation honnête de la performance attendue du modèle, et fixe la limite supérieure d'estimation obtenue à partir d'autres données. En l'absence de ces données, l'utilisateur de ces tables peut intuitivement évoquer que les résultats obtenus sont vrais dans 95% des cas (± 2 écarts types).

Mais qu'en est-il en réalité ? La performance de ces modèles doit être en fait calculée sur d'autres échantillons, recueillis par d'autres observateurs : c'est l'étape de la **validation externe**.

Introduction :

Afin de valider la pertinence d'un modèle, celui-ci doit être testé selon deux méthodes : la validation externe et la validation interne.

La plupart du temps, les résultats des modélisations sont présentés sans qu'aucune de ces deux validations ne soient réalisées.

Le but de notre étude est de réaliser la validation externe de modèles estimatifs de l'âge utilisant les troisièmes molaires. Ce qui permettra aux utilisateurs de ces tables d'avoir une estimation de la vraisemblance des résultats (de l'âge à estimer).

2. Matériels et méthodes.

En France, tout examen pratiqué dans le cadre d'une recherche biomédicale sur des personnes relève de la loi Huriet-Serusclat (art. L. 1124-2). Pour notre étude, il est donc nécessaire de travailler à partir d'examens médicaux réalisés au cours d'un traitement, et non pas réalisés aux seules fins de l'étude. Nous avons donc travaillé sur un échantillon clinique composé de radiographies panoramiques qui ont été prescrites dans le cadre d'un diagnostic ou d'un traitement dentaire.

Afin de réaliser cette validation externe, nous avons donc sélectionné un échantillon de 200 personnes. Cet échantillon a été ensuite testé à l'aide de tables permettant l'évaluation de l'âge à partir des stades de développement des troisièmes molaires pour des populations caucasiennes. Nous avons analysé une sélection d'orthopantomogrammes de jeunes patients d'origine caucasienne. Ces radiographies ont été réalisées dans une clinique dentaire lors du diagnostic et de la prise en charge de ces patients pour avulsion des dents de sagesse, entre 1995 et 2007. Seuls les patients présentant quatre dents de sagesse à extraire ont été inclus dans l'étude. Au moins une de leurs troisièmes molaires devaient présenter un apex ouvert, c'est-à-dire qu'au moins une dent devait toujours être en cours de développement afin d'estimer l'âge chronologique du patient. Lorsque les quatre apex sont fermés, la dent de sagesse ne peut servir qu'à estimer une probabilité : si le sujet est majeur ou non par exemple (14), car ce stade ultime de la formation radiculaire perdure ensuite toute la vie. Deux cents patients ont été inclus dans l'étude, 100 filles et 100 garçons.

L'âge civil de chaque sujet a été obtenu en soustrayant la date de l'examen radiographique de la date de naissance du patient.

Après entraînement et calibration, les radiographies ont été notées par deux observateurs, les résultats ont été comparés. Chaque radiographie a donc fait l'objet d'une double lecture à l'aide d'un négatoscope et d'une loupe.

En cas de différence de jugement chaque cas a été repris afin de n'obtenir qu'un seul score.

Les stades de minéralisation des troisièmes molaires ont été évalués à l'aide de la méthode proposée par Demirjian (7) qui est la méthode de référence (8). Le développement est subdivisé en huit stades : quatre pour la couronne et quatre pour la racine (stades « A » à « H »). Afin de simplifier et clarifier la présentation de cette étude les scores obtenus sont présentés pour une seule dent. Pour Martin-de las Heras et al (32), le stade de développement d'une seule dent est suffisant comme indicateur chronologique : la dent 38 (troisième molaire inférieure gauche) est la dent de référence dans ce type d'étude. Néanmoins les calculs peuvent être réalisés pour les autres dents et comparés aux résultats présentés dans la littérature.

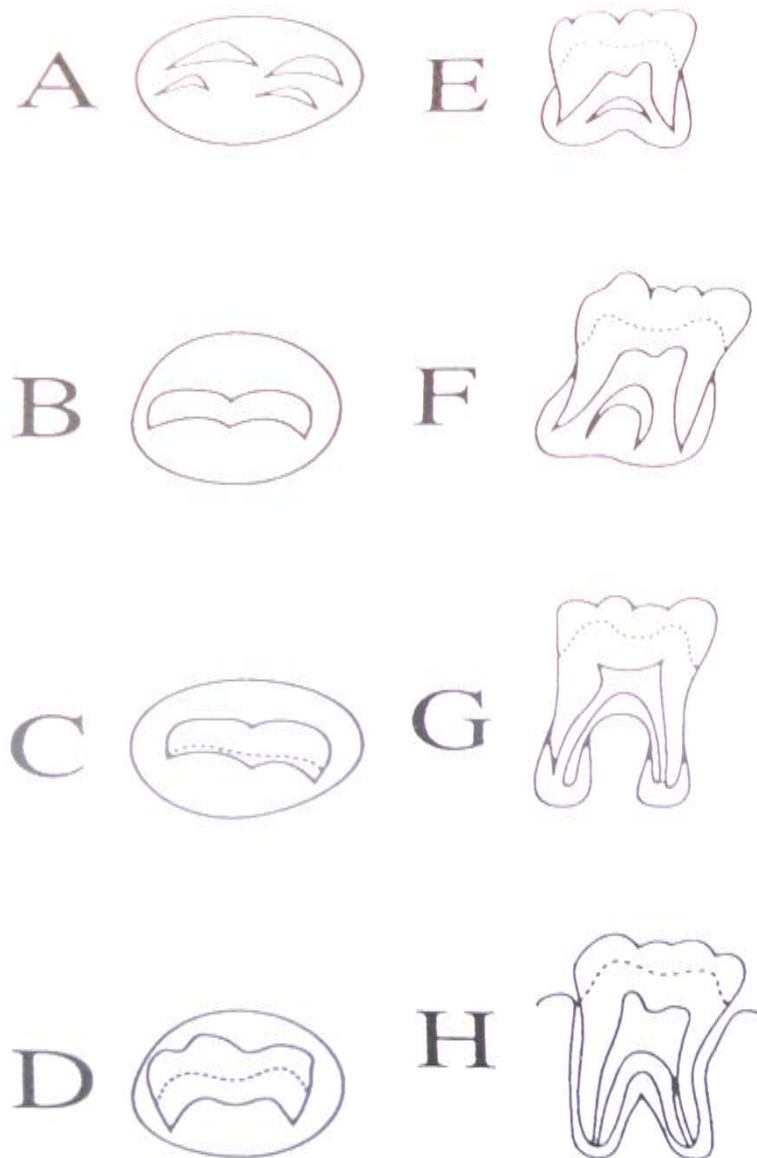


Figure 72. Rappel des stades de développement d'après Demirjian (37).

Les critères d'inclusion étaient d'autre part:

- Des adolescents ne présentant aucun antécédent pathologique et aucuns troubles de développement osseux.
- La lisibilité des OPT.
- La date de naissance et la date de réalisation connues.
- La présence des 4 dents de sagesse incluses en cours d'édification coronaire ou radiculaire.
- L'apexogenèse terminée pour les autres dents.

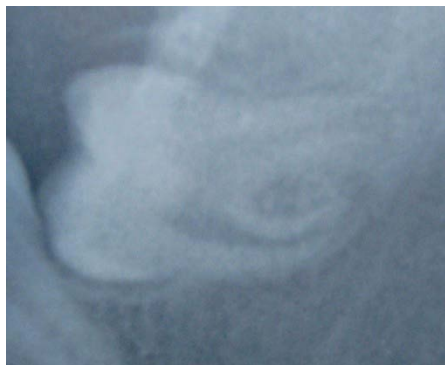
- Exemples d'OPT de filles



Stade G

Les parois radiculaires des racines sont maintenant parallèles, l'apex de la racine distale est toujours partiellement ouvert.

Agrandissement de la dent 38



Stade F :

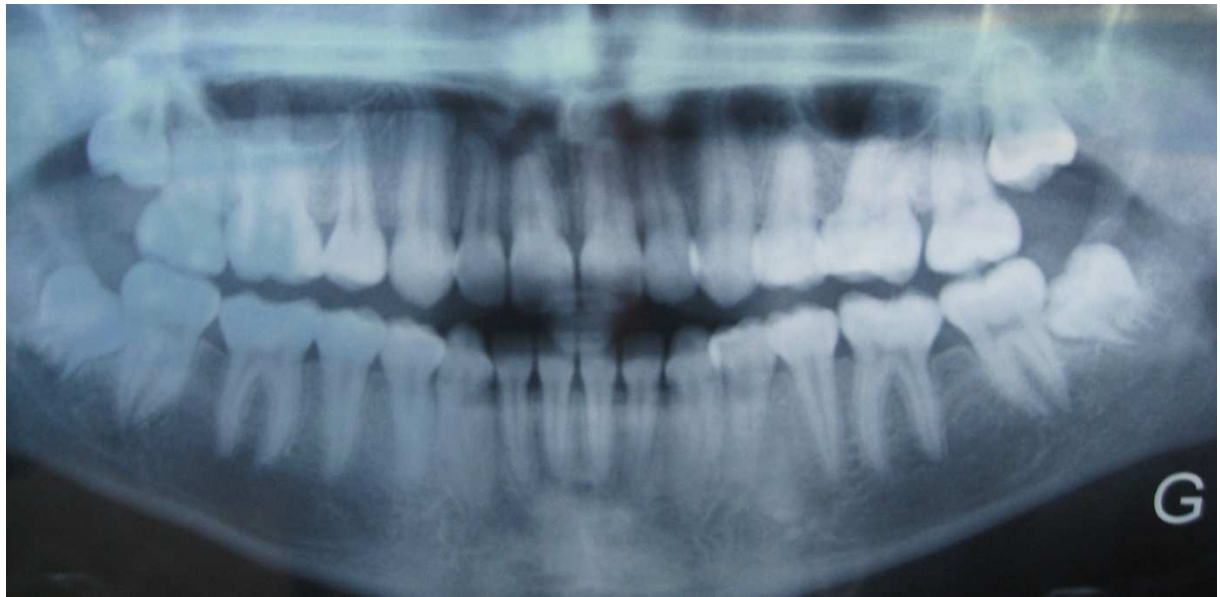
Développement des racines. Leur longueur est égale ou légèrement supérieure à celle de la couronne.

Agrandissement de la dent 38



Stade G :

Agrandissement de la dent 38



Stade E :

Début de la formation de la furcation radiculaire, sous la forme d'un point ou d'une ligne semi-lunaire de calcification.

Agrandissement de la dent 38

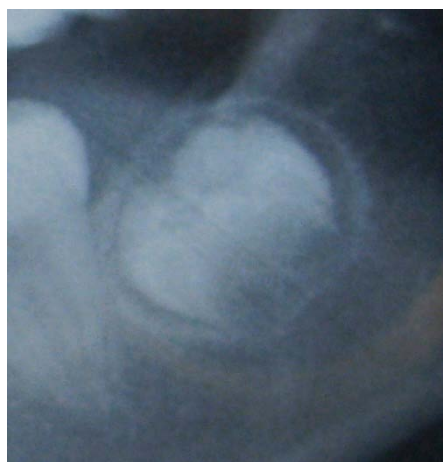
- **Exemples d'OPT de garçons :**



Stade D :

La formation de la couronne est complète jusqu'à la limite amélocémentaire. Début de la calcification radiculaire.

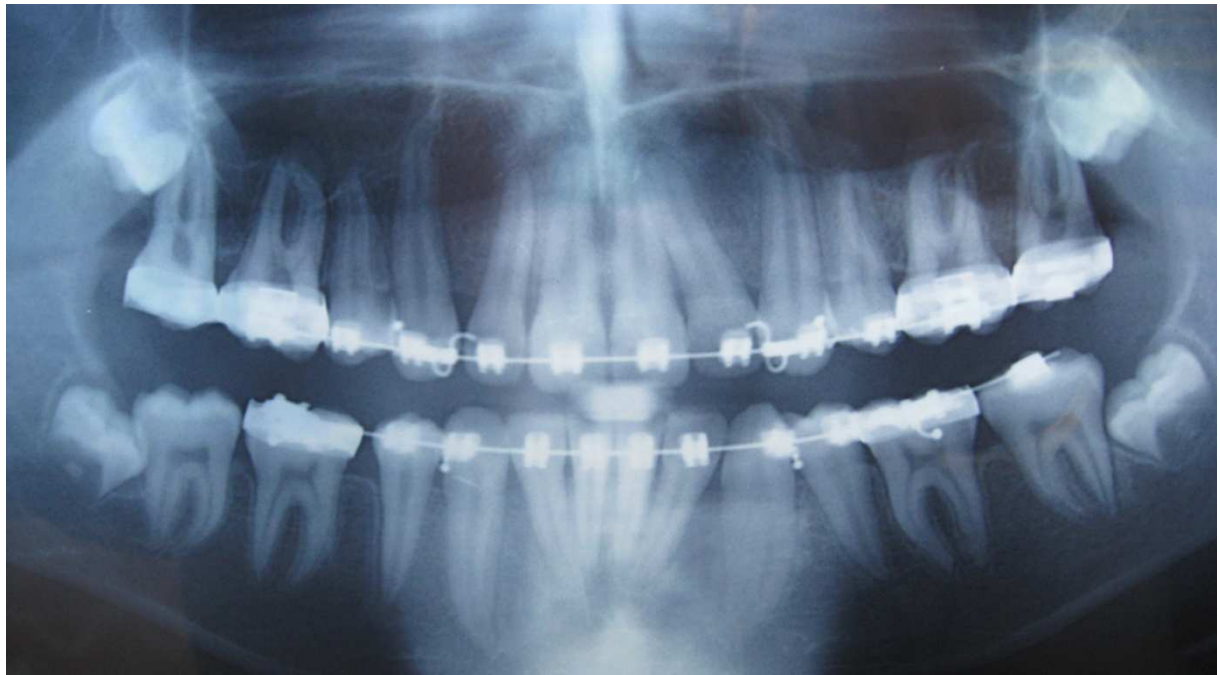
Agrandissement de la dent 38



Stade C :

La formation de l'émail est complète au niveau occlusal et se prolonge en direction de la région cervicale. Début de l'apposition dentinaire : la limite occlusale de la chambre pulpaire a une forme courbée.

Agrandissement de la dent 38



Stade E :

Début de la formation de la furcation radiculaire, sous la forme d'un point.

Agrandissement de la dent 38

3. Résultats de l'étude.

L'échantillon sélectionné est composé de 100 filles et 100 garçons d'âge civil connu :

- Moyenne d'âge des filles : 16,1 ans, écart type : 2,2 ans étendue 12-23
- Moyenne d'âge des garçons : 15,8 ans écart-type : 1,6 ans étendue 12-22

Les moyennes des âges pour chaque stade de formation de la troisième molaire inférieure gauche selon la méthode de Demirjian sont présentées dans le tableau ci dessous.

		stade de formation selon Demirjian							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Filles	effectif	0	1	19	24	23	13	13	7
(100)	moyenne	-	14.4	14.1	15.5	16.1	16.8	17.2	19.8
	S.D	-	-	2.1	1.4	1.4	1.5	1.9	2.4
garçons	effectif	1	0	7	40	20	14	13	5
(100)	moyenne	11.8	-	14.3	15	15.7	16.6	17.4	19.1
	S.D.	-	-	0.9	1.1	0.9	1.4	1.1	1.7

Figure 73. Moyennes des âges pour chaque stade de formation de la dent 38, selon Demirjian, pour notre échantillon.

Auteurs	Population	sexe	Taille échantillon	Stade de formation							
				A	B	C	D	E	F	G	H
Meinl et al. (32)	autrichienne	Filles	335	12.6	12.3	14.6	15.4	17.8	18.4	20.3	22.9
				-	0.3	1.6	1.8	2.5	2.4	2.1	1.3
		Garçons	275	-	12.7	13.7	16.1	15.6	17.5	20.1	22.4
					0.4	1.0	2.3	1.8	2.6	2.1	1.8
Olze et al. (9)	allemande	Filles	571	-	-	14.5	15.5	16.8	19.1	21.7	23.0
						1.6	2.6	2.3	2.5	2.1	1.8
		Garçons	859	-	-	14.6	16.3	16.7	18.3	21.3	22.7
						1.7	3.1	2.3	2.2	2.0	1.9
Orhan et al. (35)	turque	Filles	610	-	-	14.2	15.2	16.1	17.0	17.9	20.0
						1.2	2.7	2.4	2.5	2.3	1.9
		Garçons	524	-	-	13.9	14.5	15.6	16.9	17.9	20.1
						0.9	2.7	2.8	2.7	2.2	2.0
Prieto et al. (36)	espagnole	Filles	592	-	-	15	15.1	16.0	16.8	18.4	19.7
						1.3	1.0	1.4	1.6	1.4	1
		Garçons	492	-	-	15	15.1	15.2	16.4	17.9	19.7
						0.7	1.0	1.0	1.3	1.5	1.1

Figure 74. Moyennes des âges pour chaque stade de formation de la dent 38, selon Demirjian, pour des populations caucasiennes, par auteurs.

Le tableau ci-dessus reprend différents résultats de la littérature internationale pour des populations caucasiennes. Les moyennes des âges pour chaque stade d'évolution de la dent 38 y sont présentées. Les stades A et B sont sous représentés, les effectifs pour ces deux stades sont nuls (Olze et al. Orhan et al., Pietro et al) ou faibles (Meinl et al.).

Nous avons comparé l'âge réel de chaque individu de notre échantillon à l'âge estimé en fonction du sexe et du stade de formation de la dent N°38 à partir des données du tableau ci dessus. Nous avons vérifié pour chaque individu si l'âge réel était compris dans l'intervalle de confiance : moyenne $\pm$ 2 écarts-types, afin de déterminer le pourcentage d'individus de notre échantillon bien classés à l'aide des tables de références (tableau ci dessus) et ainsi réaliser une validation externe de ces tables. L'échantillon testé n'est pas systématiquement égal à 100 pour chacun des sexes, puisque les tables utilisées ne présentent pas systématiquement les résultats pour les stades A et B de Demirjian.

Exemple d'utilisation des tables avec un stade connu :

Essayons de déterminer l'âge d'un individu de sexe masculin dont le stade de formation est D. Nous prenons comme table de référence celle de l'auteur Orhan et al.

D'après le tableau situé ci-dessus, la moyenne de l'âge pour un garçon au stade D est de 14,5 ans $\pm$ 2 écarts type :

$$14,5 \pm 2\sigma = 14,5 \pm 2 \times 2,7$$

Soit pour la limite d'âge supérieure :

$$14,5 + 2 \times 2,7 = 14,5 + 5,4 = 19,9 \text{ ans}$$

Soit pour la limite d'âge inférieure :

$$14,5 - 2 \times 2,7 = 14,5 - 5,4 = 9,1 \text{ ans}$$

L'âge de ce garçon se situe entre [9,1 – 19,9] ans.

Et d'après le tableau ci-dessous, la probabilité est de 100% pour que ce sujet soit bien classé.

Références		Echantillon	% bien classé	[IC] à 95%
auteurs	origine	testé (effectifs)		
Meinl et al.	Autrichienne	Filles (100)	87	[80-94]
		Garçons (99)	96	[92-99.9]
Olze et al.	Allemande	Filles (99)	85.9	[79-93]
		Garçons (99)	92.9	[88-98]
Orhan et al.	Turque	Filles (99)	95	[93-97]
		Garçons (99)	100	-
Prieto et al.	Espagnole	Filles (99)	81.8	[74-89]
		Garçons (99)	91.9	[86-97]

Figure 75. Pourcentage des sujets de notre échantillon bien classé en fonction des tables de références utilisées.

4. Discussion.

L'estimation de l'âge à partir des stades de développement des troisièmes molaires est utilisée depuis de nombreuses décennies. La dent de sagesse est loin d'être l'indicateur chronologique de référence, du fait des grandes variations de cette dent (morphologies, tailles, nombres de racines, stades de développement, ...) mais c'est parfois le seul indicateur facilement accessible. La littérature est riche de tables de références permettant d'estimer l'âge à partir du stade de minéralisation de cette dent, notamment pour les populations d'origine caucasienne. Mais avant de les utiliser dans le cadre de l'odontologie légale ces modèles doivent être testés afin d'évaluer leur performance réelle. Il existe trois types de validation :

La validation apparente est optimiste car les mêmes données sont utilisées pour la modélisation et le test. L'utilisation d'autres sujets pour tester ces modèles peut donner des résultats discordants (moins favorables, plus réalistes).

La validation interne est importante pour obtenir une estimation honnête de la performance pour des sujets qui sont similaires à ceux de l'échantillon de développement. La validation interne indique une limite supérieure des performances attendues pour d'autres données. Par exemple, deux tiers de l'échantillon peuvent être utilisés pour le développement des tables de références ou la modélisation et un tiers pour estimer la performance du modèle.

Le concept de la validation externe est simple : la performance est évaluée à partir d'une population différente de celle qui a servi à la modélisation. Différents types de validation existent : mêmes investigateurs et autres données (rétrospectives ou prospectives), mêmes investigateurs et populations différentes (autres lieux), autres investigateurs et autres lieux (validation externe complète). La meilleure estimation de la performance d'un modèle est obtenue à l'aide de la validation externe complète.

Notre population d'étude, un échantillon de 100 filles et 100 garçons d'origine caucasienne, a été testée sur différents modèles (tables de références) estimant l'âge à partir des stades de développement de la dent de sagesse. Cette validation externe complète a été réalisée avec la troisième molaire inférieure gauche comme l'ont recommandé Olze et al. [20]. Le pourcentage de sujets de notre échantillon bien classés, sujet dont l'âge civil est compris dans l'intervalle âge estimé ± 2 écarts types donné par les tables, varie entre 81,8 et 100 %. Ces résultats diffèrent légèrement des résultats théoriques espérés qui sont 95% de sujets bien classés attendus, compte tenu de la modélisation des tables de références. L'âge de l'échantillon « garçon » est bien estimé pour les quatre populations de référence (autrichienne, allemande, turque, espagnole) avec respectivement 96 ; 92,9 ; 100 et 91,9 % de bien classés. L'estimation de l'âge concernant l'échantillon « fille » est moins bon avec des résultats de 87 ; 85,9 ; 95 et 81,2 % de bien classés. Cette sous estimation systématique du % de bien classés dans le sous groupe « filles » provient : soit d'un biais lors de la classification des stades de développement des dents de sagesse (peu probable puisque la lecture a été réalisée dans les mêmes conditions pour la totalité de l'échantillon : en aveugle, double lecture), ou de la sélection de l'échantillon qui contient par hasard des sujets « moins bien classables ».

Un des inconvénients que l'on peut d'autre part noter est l'aspect radiologique. L'orthopantomogramme est déformé de façon centrifuge. Plus la dent est éloignée de l'axe médian de la radiographie (c'est-à-dire approximativement du plan sagittal médian du sujet),

plus elle est déformée. Ceci est lié à la technique de radiographie de l'appareil. Celui-ci effectue un système de rotation autour du sujet et permet la projection des structures anatomiques en 2 dimensions.

Cependant une étude menée par Liversidge et Molleson (1999) a montré qu'il n'y avait pas de différences significatives. Des mesures radiographiques puis des mesures directes, après extraction, sur des centaines de dents issues de la série archéologique de Spitalfield à Londres ont été réalisées. Les différences observées entre les 2 mesures d'une même dent ne sont pas significatives (30).

5. Conclusion.

« Tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles » affirmait G.E BOX, et pour être utiles il faut évaluer leurs performances par une validation interne et externe. Les différences observées entre résultats théoriques et résultats calculés pour un échantillon type sont à prendre en considération par l'utilisateur de ces tables de références. Il ne doit pas oublier non plus que les résultats de cette étude sont calculés pour un échantillon et qu'habituellement ces tables servent à estimer l'âge d'un individu au cas par cas, et que la transposition des intervalles de confiance obtenue sur des échantillons à des résultats individuels est source de confusion.

Pour estimer l'âge d'un individu, il convient d'utiliser plusieurs méthodes : examen physique général, radiographie du poignet et/ou de la clavicule. Ces examens doivent être réalisés par des examinateurs entraînés et expérimentés dans leur domaine de compétence. Il faut aussi que les résultats prennent en compte les variations dues à ces modèles, et que l'expert ou le collège d'experts exposent leurs résultats en tenant compte de ces variations.

CONCLUSION

En conclusion, ce travail nous a permis de mettre en évidence la difficulté d'estimer l'âge compte tenu du nombre important de méthodes décrites dans la littérature que ce soit en odontologie légale ou en médecine légale.

Un grand nombre de techniques nous est donc proposé. Leur emploi combiné permet d'affiner la détermination de l'âge. En effet il est recommandé d'employer des méthodes de médecine légale en association avec des méthodes d'odontologie légale afin de déterminer l'âge chez les adolescents.

Cependant les besoins sont de plus en plus importants dans le droit pénal afin de déterminer le statut du prévenu. Et c'est particulièrement aux alentours de 18 ans que les besoins sont les plus importants. **Or à cet âge, seule la troisième molaire n'a pas terminé son édification.** Par conséquent, la dent de sagesse est le seul élément dentaire en cours d'évolution durant la période de 14 à 20 ans.

De nombreuses méthodes décrites dans notre travail permettent cette estimation de l'âge. Il convient de réaliser des validations internes lors de la présentation de la modélisation de l'estimation de l'âge en fonction du stade d'évolution de la 3^{ème} molaire. Ce qui n'est jamais présenté dans les études. Cette validation interne permet une estimation haute de la performance attendue du modèle.

Un utilisateur extérieur attend une présentation plus réaliste des performances des modélisations, c'est l'étape de la validation externe que nous avons réalisé lors de notre étude. La performance globale des modèles testés est bonne puisque entre 81 et 100% des sujets de notre étude sont bien classés. En revanche, il convient d'ajouter que ce bon classement se fait au détriment de la précision de l'âge estimé ce qui rend en réalité ces techniques difficilement utilisables au niveau d'un sujet unique comme en témoigne le tableau récapitulatif ci après.

Tableau récapitulatif des différentes techniques de détermination de l'âge.

Technique d'étude	Support utilisé	Age limite d'utilisation	Marge d'erreur
Courbe de croissance	- Courbe de la croissance somatique - Courbe d'accroissement statural	[0 - 20] ans	± 6 mois
Etat de développement des caractères sexuels secondaires	Etude des phases de développement des caractères sexuels secondaires	[8 – 17] ans	± 2 ans
Méthode selon Greulich et Pyle	Radiographie du poignet gauche comparée à l'atlas radiographique	[0 – 16] ans	± 6 mois à 1 an
Méthode selon Tanner et Whitehouse	Radiographie du poignet gauche comparée aux radiographies types représentant les 8 phases de maturation	[0 – 16] ans	± 3 mois à 1 an
Radiographie de la clavicule	Radiographie de la clavicule comparée aux 4 stades de maturation	[11 – 29] ans	± 4 ans
Radiographie du plastron sterno-costale	Radiographie du plastron sterno-caustale	[15 – 75] ans	± 5 ans
Radiographie du bassin (technique de Risser)	Radiographie du bassin de face	[13 – 18] ans	± 2 ans
Examen du coude (méthode de Sauvegrain et Nahum)	Radiographie du coude de face et de profil	[9 – 15] ans	± 1 an
Examen d'oblitération des sutures crâniennes	Examen des sutures exocrâniennes comparées aux 4 stades	[0 – 7] ans	± 1,5 ans

(méthode de Meindl et Lovejoy)		de fermeture	
Examen du pubis	Examen des facettes articulaires pubiennes	[18 -55] ans	± 8 ans
Technique de Demirjian	Radiographie dentaire comparée aux 8 stades de calcification de la racine et de la couronne pour un groupe de 8 dents (hors dent de sagesse)	[9 – 22] ans	± 1,5 ans
Technique de Gleiser –Hunt	Radiographie dentaire comparée aux 10 stades de calcification de la racine et de la couronne	[9 – 22] ans	± 1,5 ans
Technique de Gustafson	Examen dentaire comparé aux 6 critères histologiques	[12 – 90] ans	± 10 ans
Technique de Lamendin	Examen dentaire comparé aux 2 critères histologiques	[40 – 80] ans	± 9 ans
Technique utilisant la «3^{ème} molaire	Stade d'évolution de la 3 ^{ème} molaire selon Demirjian	[14-23] ans	±10 ans

TABLES DES FIGURES

Figure 1. Croissance somatique des filles de 0 à 19 ans	5
Figure 2. Croissance somatique des garçons de 0 à 19 ans.....	6
Figure 3. Accroissement statural des filles de 0 à 19 ans.....	8
Figure 4. Accroissement statural des garçons de 0 à 19 ans.	9
Figure 5. Relation entre l'âge et la vitesse de croissance dans les deux sexes.	10
Figure 6. Phases de développement des caractères sexuels secondaires.....	10
Figure 7. Variabilité temporelle d'apparition des caractères sexuels secondaires.....	11
Figure 8. Stades de développement mammaire (S) selon TANNER.	12
Figure 9. Illustration des stades de développement mammaire.	13
Figure 10. Stades de développement des organes génitaux externes masculins selon TANNER	14
Figure 11. Illustration des stades de développements des organes externes masculins.....	15
Figure 12. Anatomie de la main, vue antérieure.	16
Figure 13. Anatomie de la main, vue postérieure.	17
Figure 14. Points de repères radiographiques.	18
Figure 15. Age squelettique de 1 an.	20
Figure 16. Age squelettique de 2 ans.	20
Figure 17. Age squelettique de 1 an et 6 mois.	21
Figure 18. Age squelettique de 2 ans et 6 mois.....	21
Figure 19. Age squelettique de 3 ans.	21
Figure 20. Age squelettique de 4 ans.	21
Figure 21. Age squelettique de 5 ans.	22
Figure 22. Age squelettique de 7 ans et 10 mois.....	22
Figure 23. Age squelettique de 8 ans et 10 mois.....	22
Figure 24. Age squelettique de 10 ans.	22
Figure 25. Age squelettique d'un nouveau née.....	23
Figure 26. Age squelettique de 6 mois.....	23
Figure 27. Age squelettique de 1 an.	23
Figure 28. Age squelettique de 2 ans.	23
Figure 29. Age squelettique de 3 ans.	24
Figure 30. Age squelettique de 4 ans.	24
Figure 31. Age squelettique de 7 ans.	24
Figure 32. Age squelettique de 8 ans.	24
Figure 33. Age squelettique de 9 ans.	25
Figure 34. Evolution du centre d'ossification de l'extrémité médiale de la clavicule.	29
Figure 35. Tableau de calcul de l'âge.	30
Figure 36. Radiographie du plastron-sternal.	31
Figure 37. Configuration du bassin à l'âge de 3 mois.	32
Figure 38. Configuration du bassin à l'âge de 6 mois.	33
Figure 39. Configuration de la tête fémorale.	33
Figure 40. Stades de Risser.	34
Figure 41. Points d'ossification de l'os coxal et âge d'apparition et de soudure.	35
Figure 42. Tableau d'apparition des points d'ossification du squelette général.	36
Figure 43. Développement des points d'ossification du coude.	38
Figure 44. Développement des points d'ossification du coude.	39
Figure 45. Sutures crâniennes, vue latérale.....	40
Figure 46. Sutures crâniennes, vue supérieure.....	41
Figure 47. Symphyse pubienne.	44

Figure 48. Surfaces articulaires du pubis en fonction de l'âge.	45
Figure 49. Apparences et représentations des différents stades radiographiques par type de dents définitives (D'après Demirjian et al. (1973), modifié par Heuzé (2004)).	51
Figure 50. Différents stades de calcification de la racine et de la couronne selon Demirjian.	52
Figure 51. Exemple d'abaque permettant l'estimation de l'âge dentaire à partir du degré de minéralisation dentaire (d'après Moorrees et al. (Incisives max et mand chez les filles)).	55
Figure 52. Stades de développement selon la méthode modifiée de Gleisser et Hunt.	57
Figure 53. Coupe d'une incisive selon son grand axe.	59
Figure 54. Examen de la partie coronaire d'une incisive : apposition de dentine secondaire dans la chambre pulpaire.	60
Figure 55. Examen de la partie apicale d'une incisive : translucidité apicale.	60
Figure 56. Vue d'une partie des tombes dégagées au cours d'une mission en 1993.	61
Figure 57. Position des tombes II T12 et II T13 par rapport à la superstructure en forme de pyramide.	62
Figure 58. Age moyen d'éruption dentaire avec un intervalle de variation d'un écart-type de part et d'autre de chaque moyenne (d'après Hurme (1949))	66
Figure 59. Formules de régression linéaire pour les garçons.	68
Figure 60. Formule de régression linéaire pour les filles.	69
Figure 61. Formules de régression linéaire modifiées.	70
Figure 62. Courbes de percentile des garçons lorsque 7 dents sont prises en compte.	71
Figure 63. Courbes de percentile des filles lorsque 7 dents sont prises en compte.	71
Figure 64. Courbes de percentile des garçons lorsque 8 dents sont prises en compte.	72
Figure 65. Courbes de percentile des filles lorsque 8 dents sont prises en compte.	72
Figure 66. Tables de conversion par âge pour les filles, selon la méthode de 7 dents.	73
Figure 67. Tables de conversion par âge pour les garçons, selon la méthode de 7 dents.	73
Figure 68. Tables de conversion par âge pour les filles, selon la méthode de 8 dents.	74
Figure 69. Tables de conversion par âge pour les garçons, selon la méthode de 8 dents.	74
Figure 70. Corrélation entre l'image radiologique, le diagramme de développement de Schour et Massler et le crâne.	79
Figure 71. Etude de l'évolution dentaire en fonction de l'âge, choix de la méthode de détermination.	80
Figure 72. Rappel des stades de développement d'après Demirjian.	83
Figure 73. Moyennes des âges pour chaque stade de formation de la dent 38, selon Demirjian, pour notre échantillon.	91
Figure 74. Moyennes des âges pour chaque stade de formation de la dent 38, selon Demirjian, pour des populations caucasiennes, par auteurs.	92
Figure 75. Pourcentage des sujets de notre échantillon bien classé en fonction des tables de références utilisées.	93

BIBLIOGRAPHIE

1. ARTHUIS M., BATTIN J., [et al].
Fiabilité des examens médicaux visant à déterminer l'âge à des fins juridiques et la possibilité d'amélioration en la matière pour les mineurs étrangers isolés.
Bull Acad Natle Méd, 2007, 191 (1), p. 139-142, séance du 16\01\07
2. BACCINO E.
Intérêt de l'utilisation combinée de méthodes anthropologiques et Odontologiques.
Bull Acad Natle Chir Dent, 2002, p. 45-59
3. BEAUTHIER J.P.
Traité de médecine légale.
Bruxelles: De Boeck, 2007, p.745-774
4. BLANKENSHIP J.A., MINCER H.H, ANDERSON K.M., [et al].
Third molar development in the estimation of chronological age in American blacks as compared with whites.
J Forensic Sci, 2007, 52 (2), p. 428-433
5. CECCALDI P.F, DURIGON M.
Médecine légale à usage judiciaire.
Paris : Cujas, 1979, p. 435-457
6. CHAILLET N., DEMIRJIAN A.
Dental maturity in South France: a comparison between Demirjian's method and polynomial functions.
J Forensic Sci, 2004, 49 (5), p. 1059-1066
7. DEMIRJIAN A., GOLDSTEIN H., TANNER J.M.
A new system of dental age assessment.
Hum Biol, 1973, 42, p. 211-227
8. DEMIRJIAN A., GOLDSTEIN H.
New systems for dental maturity based on seven and four teeth.
Ann hum biol, 1976, 3 (5), p. 411-421
9. DE SALVIA A., CALZETTA C., ORRICO M., DE LEO D.
Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population.
Forensic Sci Int, 2004, 146, p. 9-12
10. DIAMAUT-BEYER O., GAMIER M., MARC B.
Urgences médico-légales.
3ème ed, Paris : Masson, 1985, p. 316-317

11. DURIGON M.
Pratique médico-légale.
2ème ed, Paris, Masson, 2004, p. 100-105
12. FOTI B., [et al].
Approche probabiliste de l'estimation de l'âge chez l'enfant à partir de la maturation dentaire.
C. R. Biologies, 2003, 326, p. 441-448
13. FRONTY P., SAPANET M., GEORGET C., COLLET G.
L'identification estimative: l'avis de recherche, l'odontogramme numérique. 1^{ère} partie.
Espace de l'actualité Poitou-Charentes : Espace Mendès France, Poitiers, 2005, p. 223
14. GARAMENDI P.M., LANDA M.I., BALLESTEROS J., SOLANO M.A.
Reliability of the methods applied to assess age minority in living subjects around 18 years old. A survey on a Moroccan origin population.
Forensic Sci Int, 2005, 154, p. 3-12
15. GLEISER I., HUNT E.
The permanent first molar: its calcification, eruption and decay.
Am J Phys Anthropol, 1955, 13, p. 253-284
16. GRANGE C.
Détermination de l'âge d'une personne.
Mem: médecine: Nancy: 1999, p. 58-60
17. GREULICH W.M., PYLE S.I.
Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist.
2nd ed., Oxford: Oxford University Press, 1959, p.280
18. GUNST K., MESOTTEN K., CARBONEZ A., WILLEMS G.
Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study.
Forensic Sci Int, 2003, 136, p. 52-57
19. HÄGG U., THORSON J.
The accuracy and precision of the third mandibular molar as an indicator of chronological age.
Swed Dent J, 1991, 15, p. 15-22
20. HEUZE Y.
Chronologie et étiologie de la maturation macrostructurale des dents définitives.
Th : science : bordeaux 1: 2004, p. 10-29
21. HEYERT B.
Méthodes actuelles de détermination de l'âge chez une personne adulte et vivante.
Mem: médecine: Nancy: 1993, p. 89-103

22. HIRSCH I.
Détermination de l'âge chez le vivant et intérêt médico-légal.
Mem : médecine : Nancy : 1996, p. 12-75
23. HUGOSON A., KUGELBER C.P.
The prevalence of third molars in a Swedish population: An epidemiological study.
Community Dent Health, 1988, 5, p. 121-138
24. JANOT F.
Marques « révélatrices » d'une profession sur les organes dentaires d'une occupante de la pyramide du roi Pépy 1^{er} à Saqqara.
Info Dent, 2000, 82 (32), p. 2471-2480
25. JÖRGEN M., [et al].
The accuracy and precision of the third mandibular molar as an indicator of chronological age.
Swed Dent J, 1991, 15, p. 15-22
26. JOUSSET N., [et al].
Détermination de l'âge des adultes en post-mortem: intérêt de l'utilisation des critères de Gustafson.
Anthropologie, 2006, 11, p. 271-277
27. KOHLER S., SCHMELZE R., LOUITZ C., PUSCHEL K.
Die Entwicklung des Weisheitszahnes als Kriterium der Lebensalterbestimmung.
Ann Anat, 1994, 176, p. 339-345
28. KRUGER E., MURRAY W., KONTHASIGE P.
Third molar outcomes from age 18 to 26: Findings from a population-based New Zealand longitudinal study.
Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod, 2001, 92, p. 150-155
29. KULLMAN L., JOHANSON G., AKESSON L.
Root development of the lower third molar and its relation to chronological age.
Swed Dent J, 1992, 16, p. 161-167
30. KULLMAN L., MARTINSSON T., ZIMMERMANN M., WELANDER M.
Computerized measurements of the lower third molar related to chronological age in young adults.
Acta Odontol Scand, 1995, 53, p. 211-216
31. LEVESQUE G.Y., DEMIRJIAN A., TANGUAY R.
Sexual dimorphism in the development, emergence, and agenesis of the mandibular third molar.
J dent Res October, 1981, 60 (10), p. 1735-1741
32. MARTIN-DE LAS HERAS S., GARCIA-FORTEA P., ORTEGA A., [et al].
Third molar development according to chronological age in populations from Spanish and Magrebian origin.
Forensic Sci Int, 2007, 10, p. 112

33. MEDOC J.M.
La croissance osseuse du coude.
Mem: médecine: Nancy: 1988, p. 24-37
34. MENTZEL H-J., [et al].
Assessment of skeletal age at the wrist in children with a new ultrasound device.
Pediatr Radiol, 2005, 35, p. 429-433
35. MESOTTEN K., GUNST K., CARBONEZ A., WILLEMS G.
Dental age estimation and third molars: a preliminary study.
J Forensic Sci Int, 2002, 129 (2), p. 110-115
36. MESOTTEN K., GUNST K., CARBONEZ A., WILLEMS G.
Chronological age determination based on the root development of a single third molar: a retrospective study based on 2513 OPGs.
J Forensic Odontolstomatol, 2003, 21 (3), p. 31-35
37. MINCER H., HARRIS E-F., BERRYMAN H-E.
The ABFO study of third molar development and its use as an estimator of chronological age.
J Forensic Sci, mars 1993, 38 (2), p. 379-390
38. NETTER.
Atlas d'anatomie humaine.
Canada, Maloine, 1989, p. 422-425
39. NOSSINTCHOUK R., TAVERNIER J-Cl.
Manuel d'odontologie médico-légale.
Paris : Masson, 1991, p. 207
40. OLZE A., BILANG D., SCHMIDT S., WERNECKE K-D., [et al].
Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars.
Int Journal of Legal Medicine, 2004, 1007, p. 10
41. OLZE A., TANIGUCHI M., SCHMELING A., [et al].
Comparative study on the chronology of third molar mineralization in a Japanese and a German population.
Leg Med, 2005, 5, S256-S260
42. OLZE A., BILANG D., SCHMIDT S., WERNECKE K-D., [et al].
Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars.
Int J Leg Med, 2005, 119 (1), p. 22-26
43. ORTHAN K., OZER L., [et al].
Radiographic evolution of third molar development in relation to chronological age among Turkish children and youth.
Forensic Sci Int, 2007, 165, p. 46-51

44. RAMBEAU M.
Radiologie ostéo-articulaire normale de l'enfant.
Info Dent, 2004, 86 (44), p. 481-484
45. SCHMIDT S., KOCH B., SCHULZ R., REISINGER W., SCHMELING A.
Studies in use of the Greulich-Pyle skeletal age method to assess criminal liability.
Legal Medicine, 2008, 10, p. 190-195
46. SCHMITT A.
Estimation de l'âge au décès des sujets adultes à partir du squelette : des raisons d'espérer.
Bull et mem de Soc d'Anthropo de Paris, 2002, 14, p. 1-2
47. STIMSON P.G., MERTZ C.A.
Forensic dentistry.
Floride: CRC Press LLC, 1997, p. 301
48. SUSSANNE C., REBATO E., CHIARELLI B.
Anthropologie biologique. Evolution et biologie humaine
Bruxelles, De Boeck, 2003, P. 325-357
49. TAVERNIER J.C., JANOT F.
Estimation de l'âge au décès d'occupants de la nécropole de Sedeinga, à partir de vestiges dentaires.
Info Dent, 1995, 77 (40), p. 3169-3174
50. TEIVENS A., MÖRNSTAD H.
A modification of the Demirjian method for age estimation in children.
J Forensic Odontostomatol, 2001, 19, p. 26-30
51. THORSON J., HÄGG U.
The accuracy and precision of the third molar as an indicator of chronological age.
Swed Dent J, 1991, 15, p. 15-22
52. UBELAKER D.
Human skeletal remains: excavation, analysis, interpretation.
3ème ed, Taraxacum, 1999
53. UBELAKER D.
Artificial interproximal grooving of the teeth in America.
Am j Phys Anthropol, 1969, 30, p. 145-150
54. VERRIERE N.
Evaluation de l'âge dentaire à l'aide de la troisième molaire mandibulaire.
Th: dentaire: Reims: 2006, p. 57

55. VESCHI S., FACCHINI F.,
Recherches sur la collection d'enfants et d'adolescents d'âge et de sexe connus de
Bologne (Italie).
Bull et mem de Soc d'Anthropo de Paris, 2002, 14, p. 3-4
56. WILLEMS G., [et al].
Détermination de l'âge dentaire.
Rev. Belge Med. Dent, 2005, 3, p. 189-193
57. WILLEMS G., MOULIN-ROMSEE C., SOLHEIM T.
Non-destructive dental-age calculation methods in adults: intra- and
inter-observer effects.
Forensic Sci Int, 2002, 126, p. 221-226
58. WILLEMS G., VAN OLMEN A., [et al].
Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited.
J Forensic Sci, 2001, 46 (4), p. 893-895
59. WILLERSHAUSEN B., LÖFFLER N., SCHULZE R.
Analysis of 1202 orthopantograms to evaluate the potential of forensic age
determination based on third molar developmental stages.
Eur J Med Res, 2001, 6, p. 377-384

TABLES DE MATIERES

INTRODUCTION	3
I. Descriptions des techniques d'identification de l'âge en médecine légale chez l'adolescent :	4
1. Courbes de croissance.....	4
2. Etat de développement des caractères sexuels secondaires.....	10
3. Radiographie de la main et du poignet gauche.....	16
3.1. La croissance des os courts :	16
3.2. Méthode selon Greulich et Pyle:.....	18
3.2.1. Avantages :	25
3.2.2. Inconvénients :	26
3.3. Méthode utilisant l'écographie : Le système BonAge:.....	26
3.3.1. Avantages :	27
3.3.2. Inconvénients :	27
3.4. Méthode selon Tanner et Whitehousse :.....	27
4. Radiographie de la clavicule.....	29
5. Radiographie du plastron sterno-costale.....	30
6. Radiographie du bassin (technique de Risser) :	32
7. Examen du coude (méthode de Sauvegrain et Nahum).	37
8. Examen d'oblitération des sutures crâniennes (méthode de Meindl et Lovejoy) :	40
8.1. Inconvénients :	42
9. Examen du pubis.	43
II. Descriptions des techniques d'identification de l'âge en odontologie légale:	46
1. Les différentes techniques d'estimation:.....	48
1.1. Technique de DEMIRJIAN.	48
1.2. Technique de GLEISER-HUNT.	54
1.3. Technique de GUSTAFSON.	58
1.4. Technique de LAMENDIN.	61
2. Influence du sexe et des origines ethniques :	66
2.1. Le sexe.	66
2.2. Les origines.	67
3. Les différentes modélisations de l'âge :	68
3.1. Les équations se rapportant à la modélisation.	68

3.2. Les tables de référence.	71
3.3. Quelles dents sélectionnées pour l'estimation de l'âge.	75
III. Etude d'une technique d'estimation de l'âge utilisant la troisième molaire (méthode de Demirjian) :.....	81
1. Validation externe, validation interne.	81
2. Matériels et méthodes.	82
3. Résultats de l'étude.....	91
4. Discussion.	94
5. Conclusion.	95
CONCLUSION.....	96
TABLES DES FIGURES.....	99
BIBLIOGRAPHIE	101
TABLES DE MATIERES	107

RODRIGUEZ (Caroline). Validation externe des modèles estimatifs de l'âge utilisant les troisièmes molaires.

Nancy, 2009 : 108 pages.

Thèse : Chir. Dent : Nancy : 2009

Mots clés : 1. Estimation de l'âge
2. Troisième molaire

RODRIGUEZ (Caroline) : Validation externe des modèles estimatifs de l'âge utilisant les troisièmes molaires.

Thèse : Chir. Dent : Nancy : 2009

La détermination de l'âge à l'adolescence est une chose difficile à appréhender, elle est cependant cruciale et utile en pratique courante.

La détermination de l'âge à l'adolescence est un critère important dans les affaires judiciaires. Elle peut être demandée dans les affaires d'étrangers ou de délinquants interpellés sans papier d'identité afin de mettre en place les poursuites correspondantes à l'âge ou dans l'identification de victimes.

Depuis quelques années, la tendance a été de valider et de développer de nouvelles techniques ayant pour but la simplicité, la rapidité et la fiabilité de mise en œuvre afin que les utilisateurs (magistrats, officiers...) puissent y faire appel systématiquement sans risque d'erreur. Nous avons donc choisi de mener une étude clinique afin d'évaluer la pertinence d'un modèle estimatif de l'âge utilisant la troisième molaire. Nous avons choisi pour cette étude la méthode de Demirjian.

Jury :

Président	M le Professeur J.P. ARTIS	Professeur 1 ^{er} grade
Juge :	M. le Professeur P. AMBROSINI	Professeur des Universités
Juge :	<u>M. le Docteur J.M. MARTRETTE</u>	Maître de Conférences
Juge :	<u>M. le Docteur F. JANOT</u>	Professeur Associé
Juge :	M. le Docteur O. ARTIS	Ancien Assistant

Adresse de l'auteur : Caroline RODRIGUEZ
3, rue du Bois
55140 SAUVIGNY

Jury : Président : J-P. ARTIS – Professeur 1er grade
 Juges : P. AMBROSINI – Professeur des Universités
 J-M. MARTRETTE – Maître de Conférence des Universités
 F. JANOT – Professeur Associé
 O. ARTIS – Ancien Assistant

Thèse pour obtenir le diplôme D'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

/ 3426

Présentée par: **Mademoiselle Caroline RODRIGUEZ**

né(e) à: **Neufchâteau (Vosges)**

le **24 décembre 1983**

et ayant pour titre : «**Validation externe des modèles estimatifs de l'âge utilisant les troisièmes molaires.**»

Le Président du jury,


J-P. ARTIS

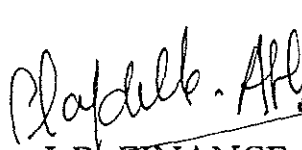
Le Doyen,
de la Faculté d'Odontologie



Autorise à soutenir et imprimer la thèse

NANCY, le 15.10.2005

Le Président de l'Université Henri Poincaré, Nancy-1


J-P. FINANCE
Pour le Président
et par Délégation,
Vice-Présidente du Conseil
des Etudes et de la Vie Universitaire,

C. CAPDEVILLE-ATKINSON