

MÉTHODE D'ÉTUDE DES DÉFORMATIONS RACHIDIENNES EN PALÉOPATHOLOGIE

par B.Y. MAFART (*)

RÉSUMÉ. - Les déformations rachidiennes sont décelées et qualifiées à l'aide de trois indices : sagittal, frontal et d'élargissement transversal, calculés pour chaque vertèbre et reportés sur un graphique. Les résultats statistiques ont été établis à partir de 27 rachis normaux. Les exemples pathologiques proposés comprennent une dystrophie rachidienne de croissance, une scoliose congénitale, un rachis sénile et un rachis traumatique. Ils montrent l'intérêt, en Paléopathologie, de cette méthode qui doit être associée à un examen détaillé de chaque vertèbre pour parvenir à un diagnostic étiologique.

MOTS-CLÉS : Rachis, Paléopathologie, Ostéométrie, Moyen Âge.

METHOD FOR THE STUDY OF RACHIDIEN DEFORMATIONS IN PALEOPATHOLOGY

SUMMARY. - Rachidian deformations can be revealed and measured with sagittal, frontal and transversal widening index, reckoned for each vertebra and carried on a diagram. The normal values have been defined from the study of 27 normal rachis. Some examples are proposed that include a growing rachidian dystrophy, a congenital scoliosis, an aged rachis and a traumatic one. They show the interest of that method which has to be coupled with a scrutiny of each bone for to reach to an etiological diagnosis.

KEY-WORDS : Rachis, Paleopathology, Osteometry, Middle Age.

Une méthode d'étude des déviations axiales du rachis en Paléopathologie a été récemment proposée par Metz (1977). Cet auteur a reconstitué des colonnes vertébrales à partir des articulations postérieures, car leurs hauteurs sont déterminées par ces articulations. « Les cartilages de celles-ci sont fort peu épais et l'interposition d'une feuille de papier de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur est suffisante pour les représenter » (Metz, 1977, p. 10).

Nous avons tenté cette reconstitution sur un squelette moderne. Il s'est avéré que l'épaisseur du cartilage n'est pas aussi faible qu'à l'étage cervical. Elle croît rapidement jusqu'à dépasser deux millimètres à la charnière lombosacrée. Un tel espace n'est pas négligeable et rend très incertain le remontage de la partie inférieure du rachis. Qui plus est, les squelettes complets sont rares dans les séries anciennes et les sépultures collectives ne livrent que des rachis déconnectés pour lesquels cette méthode ne peut être utilisée.

(*) Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Préhistoire. UMR 6569 du C.N.R.S., et Laboratoire d'Anthropologie de la Faculté de Médecine, Secteur Nord, Bd Pierre Dramard, 13916 Marseille Cedex 20.

Il est préférable de déterminer les déformations subies par chaque vertèbre dans les plans sagittal médian, frontal et transversal, à partir des mensurations des corps. Nous devons admettre en hypothèse que la vertèbre est un tout qui réagit mécaniquement de façon homogène. Toute modification chronique des rapports articulaires postérieurs entraînera une modification des corps vertébraux et réciproquement. En réalité, les disques intervertébraux absorbent une partie des contraintes imposées aux pièces osseuses mais les déformations des corps tendent à rétablir l'équilibre mécanique avec l'arc postérieur. Seules les altérations postérieures survenues peu avant la mort nous seront masquées.

Nous avons utilisé des mensurations personnelles. Certaines sont identiques à celles proposées par d'autres auteurs (Martin, 1959 ; Perrot et Spanta, 1977) dans le cadre de l'étude anthropologique du rachis.

I. - COURBURES RACHIDIENNES PHYSIOLOGIQUES

A) Etude dans le plan sagittal médian. Indice sagittal.

Le principe général de notre méthode peut être exposé à partir d'une vertèbre-type comme T7. Nous mesurons, dans le plan sagittal médian, les hauteurs antérieure et postérieure du corps depuis les plateaux supérieur et inférieur (fig. 1).

Lorsque les deux plateaux sont rigoureusement parallèles, le rapport centésimal de la hauteur antérieure à la hauteur postérieure est égal à 100. Pour une

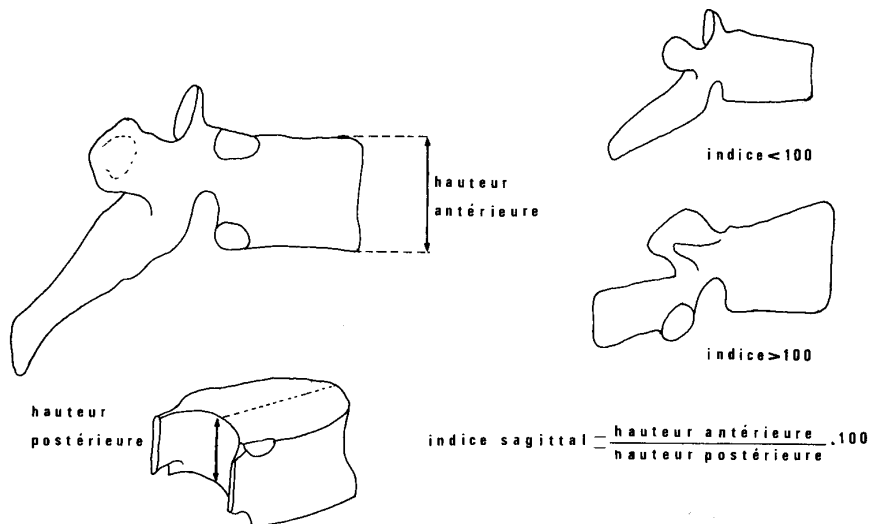


FIG. 1. - Mensuration des hauteurs sagittales médianes et indice sagittal.

vertèbre dont le corps forme un coin à base postérieure, ce rapport ou indice sagittal est inférieur à 100. Si la face antérieure est plus haute que la face postérieure, ce chiffre dépasse 100.

Nous mesurons ainsi le rachis de C3 à S1. L'atlas, l'axis et les vertèbres sacro-coccygiennes autres que S1 sont exclues en raison de leurs conformations particulières. Les 22 indices calculés sont portés sur un graphique avec, en ordonnée, l'identification des vertèbres et, en abscisse, les valeurs de l'indice. L'axe 100 est matérialisé par un trait et l'indice de chaque pièce l'est par un point.

Les indices de 27 rachis sans anomalie apparente qui proviennent de la nécropole de La Gayole (Var), datés des V-VII^e et XI-XIII^e siècles, ont fourni la série de référence. Les nuages de points et les moyennes des indices de chaque vertèbre sont représentés dans la figure 4. Les corps ont un tassement discret du côté de la concavité de la courbure physiologique, maximal en son sommet, comme en T7 et T8 pour l'étage thoracique. La variabilité au niveau cervical est considérable, en raison de l'importance de l'erreur relative sur la mesure (0,5 mm) pour des hauteurs faibles (10 à 13 mm). Il est donc hasardeux d'accorder une grande valeur aux indices cervicaux. En revanche, la région thoraco-lombaire présente un intérêt certain.

La moyenne des indices, proche de 100 au niveau thoracique supérieur, diminue jusqu'en T8, reste stable ou augmente peu en T9 et T10. La valeur la plus faible est en T11. A l'étage lombaire, les indices croissent régulièrement jusqu'en L5, cunéiforme à base antérieure. Les vertèbres lombaires d'indice 100 sont L3 chez l'homme et L2 chez la femme, selon Vallois et Lazorthes (1942). L'indice de la première pièce sacrée est le plus élevé mais le plus variable. Il est lié à la basalité du sacrum (Delmas et Piwnica, 1958).

La relation entre les courbures du rachis et les modifications sagittales des corps vertébraux permet un artifice graphique intéressant. Le choix de la position des termes dans le rapport donne à la courbe passant par les moyennes des indices, l'aspect d'un rachis en vue latérale droite. Nous tenons à souligner que cette méthode n'est pas destinée à reconstituer le rachis. Les indices ne traduisent que les hauteurs relatives des faces antérieure et postérieure des corps alors que la courbure fait intervenir les valeurs absolues de ces dimensions et l'épaisseur des disques intervertébraux.

Les points qui matérialisent les indices d'un rachis normal se disposent selon une courbe harmonieuse, superposable ou très proche de celle des moyennes des rachis de référence. Toute modification majeure de l'harmonie de la courbe ou des valeurs absolues des indices doit être considérée comme pathologique.

B) Etude dans le plan frontal. Indice frontal.

Nous mesurons les hauteurs du corps vertébral dans le plan frontal passant par les milieux des diamètres antéro-postérieurs des plateaux, pour le rachis thoraco-lombaire (fig. 2). Au niveau cervical, pour tenir compte de la présence des uncus, nous prenons des mensurations antéro-latérales.

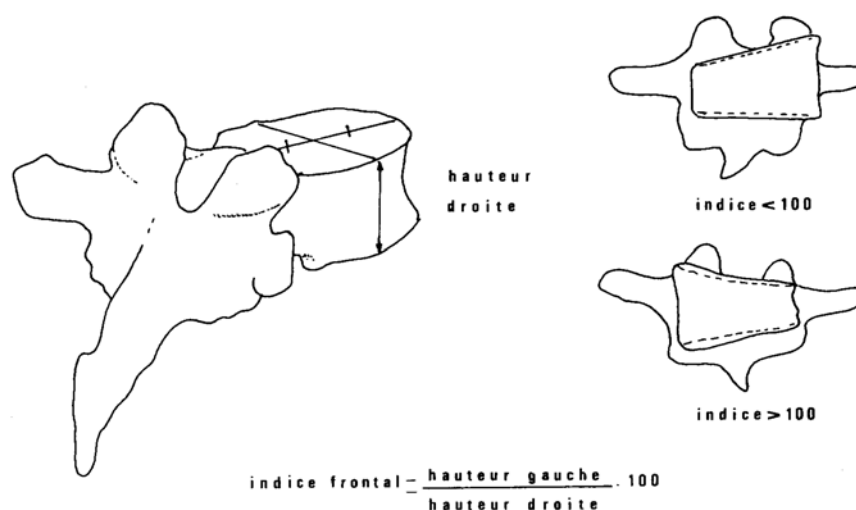


FIG. 2. - Mensuration des hauteurs frontales et indice frontal.

L'indice frontal est le rapport centésimal de la hauteur gauche à la hauteur droite. Il traduit l'inclinaison relative des plateaux vertébraux. Un tassement de la partie droite du corps entraînera une diminution de l'indice, inférieur à 100, et inversement. Nous avons obtenu avec les 27 rachis normaux une courbe de référence sur un graphe identique à celui des indices sagittaux (fig. 4).

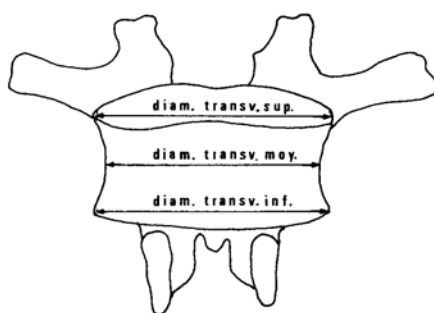
Il n'existe pas de courbure frontale physiologique du rachis. Une discrète déviation latérale à concavité gauche a été décrite par différents auteurs au niveau des troisième, quatrième et cinquième vertèbres thoraciques. Cette courbure est attribuée par Bichat (cité par Beaunis et Bouchard, 1868) à la prédominance des muscles du côté droit et à l'inclinaison habituelle du côté opposé pour rétablir l'équilibre. Pour Beaunis et Bouchard (*op. cit.*), c'est une simple dépression due à la présence de l'aorte, tandis que Poirier et Charpy (1911), citant ces mêmes auteurs, Sappey et Cruveilhier, précisent qu'il ne s'agit pas d'une courbure mais d'une gouttière artérielle. Plus récemment, Paturet (1951) nomme cette déviation frontale « courbure aortique ». Elle n'apparaît pas sur ce graphique. Seules les scolioses structurales peuvent être diagnostiquées par cette méthode. Les attitudes scoliotiques ne seront décelées qu'en cas de retentissement secondaire sur les dimensions des corps vertébraux.

Un rachis normal présente une courbe frontale centrée sur l'axe 100, avec de minimales variations. L'harmonie de la courbe est importante car même avec de faibles écarts, une alternance régulière des indices de part et d'autre de cet axe a une signification pathologique.

II. - ETUDE DU TASSEMENT GLOBAL DES CORPS VERTEBRAUX. INDICE D'ELARGISSEMENT TRANSVERSAL

Les corps vertébraux se modifient sous l'effet de l'ostéoporose, primitive ou secondaire, qui ne permet plus une résistance satisfaisante aux sollicitations mécaniques. Ces altérations, fréquentes chez les vieillards, entraînent des tassements qui donnent aux corps vertébraux la classique forme « en diabolo » par élargissement des plateaux supérieurs et inférieurs et diminution de hauteur.

Pour objectiver cet élargissement relatif, nous mesurons les diamètres transverses des plateaux supérieurs et inférieurs et le diamètre transverse à mi-hauteur des corps. Le rachis cervical est exclu de ces mensurations, car la naissance latérale des apophyses transverses ne les permet pas. Ces mesures sont prises dans le plan frontal passant par les milieux des diamètres antéro-postérieurs des plateaux, pour ne pas être faussées par les surfaces articulaires costales (fig. 3).



$$\text{indice d'élargissement transversal} = \frac{\text{diamètres transversaux sup. + inf.}}{2(\text{diamètre transversal moyen})} \cdot 100$$

FIG 3. - Mensuration des diamètres transversaux et indice d'élargissement transversal.

Ces données permettent de calculer l'indice d'élargissement transversal, rapport centésimal de la somme des diamètres des plateaux supérieur et inférieur, au double du diamètre pris à mi-hauteur du corps. Cet indice n'est égal à 100 qu'au niveau de T1 et T2 du fait de l'existence du bourrelet marginal. Il croît régulièrement de T1 à L5 (fig. 4 et tableau I).

Les valeurs normales, pour chaque vertèbre, sont définies par la variation biologique, soit : la moyenne ± 2 écarts-types. D'une manière plus pratique, nous proposons de considérer comme « normaux » des indices thoraciques inférieurs à 125 et des indices lombaires inférieurs à 130. Les indices faibles

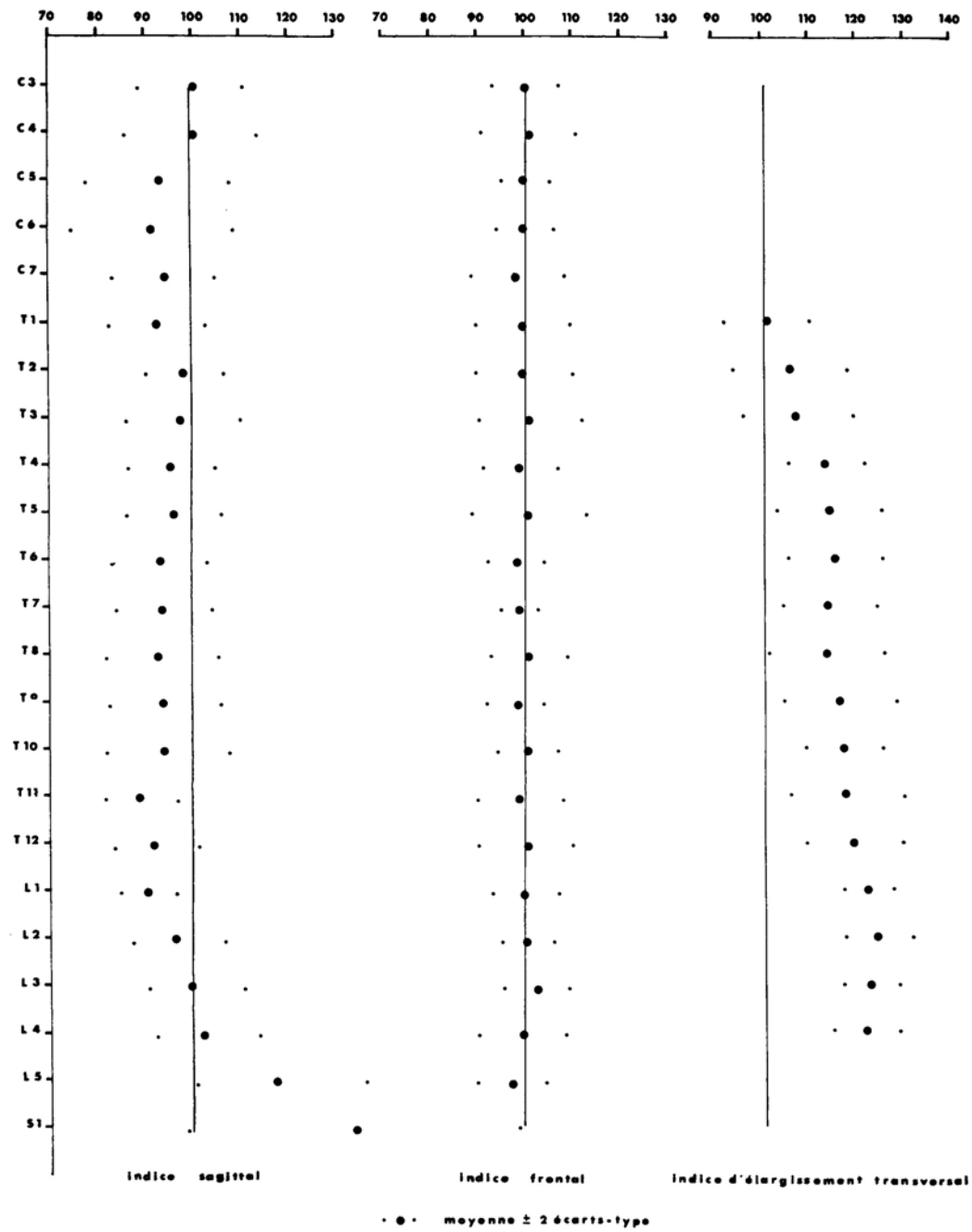


FIG. 4. - Distribution des moyennes des indices des 27 rachis normaux

Indice sagittal						Indice frontal					Indice d'élargissement transversal				
	N	M	T	Min.	Max.	N	M	T	Min	Max.	N	M	T	Min	Max.
C3	14	100,01	5,63	88,5	106,9	13	99,60	3,51	91,3	104,8					
C4	13	100,23	7,27	91,7	115,0	14	100,87	5,38	95,2	117,6					
C5	14	93,33	7,47	82,8	104,5	15	99,98	2,44	95,4	104,0					
C6	15	91,57	8,57	76,0	107,	15	99,32	3,18	91,3	104,0					
C7	12	94,29	5,72	83,3	103,3	11	97,8	4,98	90,0	107,7					
T1	11	92,67	5,07	85,3	100	15	99,23	5,29	89,3	106,7	11	100,61	4,95	88,1	105,8
T2	14	98,36	4,20	90,0	103	16	99,77	4,93	91,2	108,6	14	105,09	6,25	95,2	114,6
T3	14	97,66	6,18	88,2	105,7	16	100,4	5,57	91	111,0	14	106,72	5,96	98,2	117,3
T4	16	95,57	0,40	88,9	108,3	18	98,75	3,98	87,9	105,5	16	112,37	3,89	105,1	117,6
T5	14	95,96	5,29	85,0	105,1	16	100,51	6,00	91,7	113,9	15	113,43	5,66	105,8	124,4
T6	13	92,90	5,01	84,6	97,8	13	98,19	3,27	92,9	102,9	12	114,38	5,24	107,7	122,3
T7	14	93,47	5,06	85,4	105,4	13	98,49	1,65	94,7	100,0	12	113,11	5,31	102,3	120,2
T8	12	92,88	6,00	81,8	100,0	13	100,76	4,24	92,3	110,3	13	112,92	6,29	102,1	122,0
T9	14	93,55	5,98	87,2	104,8	14	98,818	2,89	92,1	104,1	14	115,13	5,78	107,1	127,2
T10	15	94,03	6,36	83,7	102,6	16	100,37	3,60	94,9	106,5	14	116,26	4,20	110,0	124,1
T11	16	88,69	4,03	82,7	95,8	17	98,90	4,75	91,5	107,5	16	116,60	6,21	108,6	132,1
T12	15	91,96	4,60	83,3	100	16	100,23	5,30	86,3	108,7	15	118,30	5,20	111,0	127,1
L1	16	90,34	2,90	86,0	95,9	20	100,16	3,57	91,0	110,0	16	121,47	2,74	115,9	125,6
L2	15	96,11	4,97	84,3	103,8	16	100,74	2,75	95,7	106,0	13	123,55	3,61	117,8	130,7
L3	16	100,09	5,00	91,9	107,7	19	102,71	3,65	98,4	109,3	14	121,82	3,38	116,9	127,8
L4	17	102,53	5,35	92,9	113,5	17	99,95	4,67	93,1	110,4	16	121,25	9,91	114,4	128,2
L5	15	117,54	9,04	104	133,3	17	97,42	3,66	91,2	133,3					
S1	13	134,13	18,00	107,7	157,5										

TABLEAU I. - Moyenne des indices sagittaux, frontaux et d'élargissement transversal de 27 rachis normaux de la nécropole paléochrétienne et médiévale de La Gayole (Var).

n'ont pas de signification en dehors de rares anomalies localisées déformant la vertèbre. La courbe est pathologique si une ou plusieurs pièces ont des indices augmentés.

III. - ERREUR RELATIVE SUR LA MESURE

L'erreur relative peut être importante. Les hauteurs frontales des vertèbres vont de 10 mm environ en C3 à 30 mm en L5. La précision de la mesure au pied à coulisse est de 0,5 mm. La valeur théorique de l'indice frontal est 100 quel que soit le niveau considéré. Si nous admettons qu'une des deux mesures est grevée d'une erreur de 0,5 mm, nous pouvons déterminer les valeurs extrêmes de l'indice pour une pièce de 10 mm de haut, soit :

- $95 = (9,5/10 \times 100)$ et
- $105 = (10,5/10 \times 100)$

L'erreur relative est de $105 - 95 = 10$.

Nous avons calculé ainsi (tableau II) l'erreur relative pour des hauteurs frontales croissantes.

Hauteur des corps	10	12,5	16,5	20	27	
	30 en mm					
Erreur relative	10	8	6	5	4	3,3

TABEAU II. - Erreur relative sur l'indice frontal pour différentes valeurs de hauteurs frontales.

L'erreur au niveau cervical est de 8 à 10 points d'indice. L'étude de l'étage cervical par cette méthode n'est donc pas possible. A partir des vertèbres thoraciques, l'erreur, inférieure à 6, est négligeable, car il s'agit de chiffres maximaux. La fiabilité de la méthode est très bonne au niveau thoraco-lombaire.

IV. - PRESENTATION DE RACHIS NORMAUX ET PATHOLOGIQUES

Nous avons établi des fiches qui permettent de colliger les 197 mesures et 62 indices nécessaires à l'étude d'un rachis complet. Les trois graphiques sont présentés sur une même planche. Ainsi, pour une vertèbre, nous pouvons connaître les valeurs absolues de trois indices et leur situation dans l'ensemble du rachis. Pour illustrer cette disposition, la figure 4 reproduit le graphique des moyennes des 27 rachis de référence.

A) Rachis normal.

La Gayole BT 27 - XI-XIIIe siècles. Figure 5.

- Indices sagittaux : courbe régulière dont les points sont proches du graphe des moyennes.
- Indices frontaux : faible variation autour de l'axe 100 sans courbe harmonieuse centrée sur cet axe.
- Indices d'élargissement transversal : indice thoracique inférieur à 125, indice lombaire inférieur à 130.

Conclusion : rachis dont les indices restent dans les limites de la normale.

B) Dystrophie rachidienne de croissance.

La Gayole BT 7 - XI-XIIIe siècles. Figure 6.

- Indices sagittaux : déviation à type de cyphose thoracique basse de T5 à T9.

- Indices frontaux : tassements latéraux étagés selon une courbe harmonieuse. Scoliose thoracique à sommet en T6 avec courbures compensatrices sus et sous-jacentes.
- Indices d'élargissement transversal : indices globalement augmentés, supérieurs à 125 en T7, à 130 en L1 et L2.

Conclusion : ce rachis présente une cyphoscoliose thoracique de faible intensité. L'examen macroscopique des plateaux montre de nombreuses empreintes nucléaires. Les déviations axiales et les tassements des corps vertébraux sont d'autres conséquences de cette dystrophie rachidienne de croissance.

C) Scoliose congénitale.

La Gayole BT 10 - XI-XIII^e siècles. Figures 7 et 8.

- Indices sagittaux : variation anarchique des indices thoraciques de T2 à T8.
- Indices frontaux : scoliose thoracique moyenne à concavité gauche, sommet en T6. Les vertèbres neutres sont T4 et T9. Deux fortes courbures compensatrices sont centrées sur T3 et T10.
- Indices d'élargissement transversal : non étudiables au niveau thoracique en raison de la déformation des vertèbres. A l'étage lombaire, les indices sont dans les limites de la normale.

Conclusion : scoliose thoracique majeure. La radiographie de cette pièce montre la fiabilité des informations fournies par les indices. Cette scoliose congénitale est parfaitement analysée sur les graphiques.

D) Rachis sénile.

La Gayole BT 29 - XI-XIII^e siècles. Figure 9.

- Indices sagittaux : certaines pièces thoraciques ont des indices supérieurs à 100 (T7, T9), d'autres très inférieurs à cette valeur. Cette variation anarchique traduit l'existence de nombreux tassements antérieurs et postérieurs sans déviation axiale majeure.
- Indices frontaux : normaux.
- Indices d'élargissement transversal : augmentation de tous les indices avec une grande variation individuelle.

Conclusion : rachis sénile avec des micro-tassements étagés et affaissement global des corps vertébraux.

E) Rachis traumatique.

La Gayole BT 17 - XI-XIII^e siècles. Figure 10.

- Indices sagittaux : tassement antérieur de T8 et T9, les autres indices sont sensiblement normaux. Une telle anomalie isolée est évocatrice d'une origine traumatique.

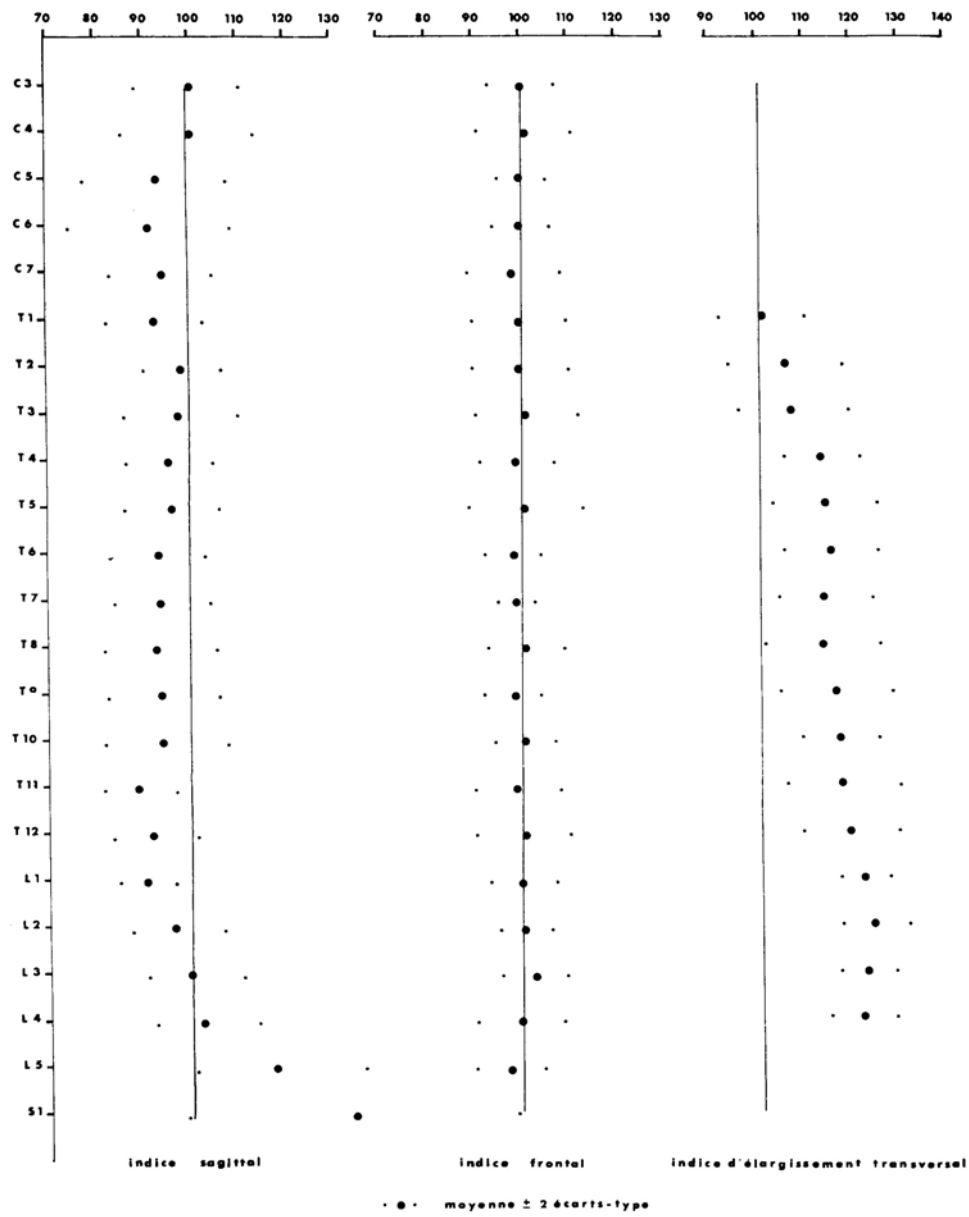


FIG.5. – Graphique d'un rachis normal. La Gayole, BT27.

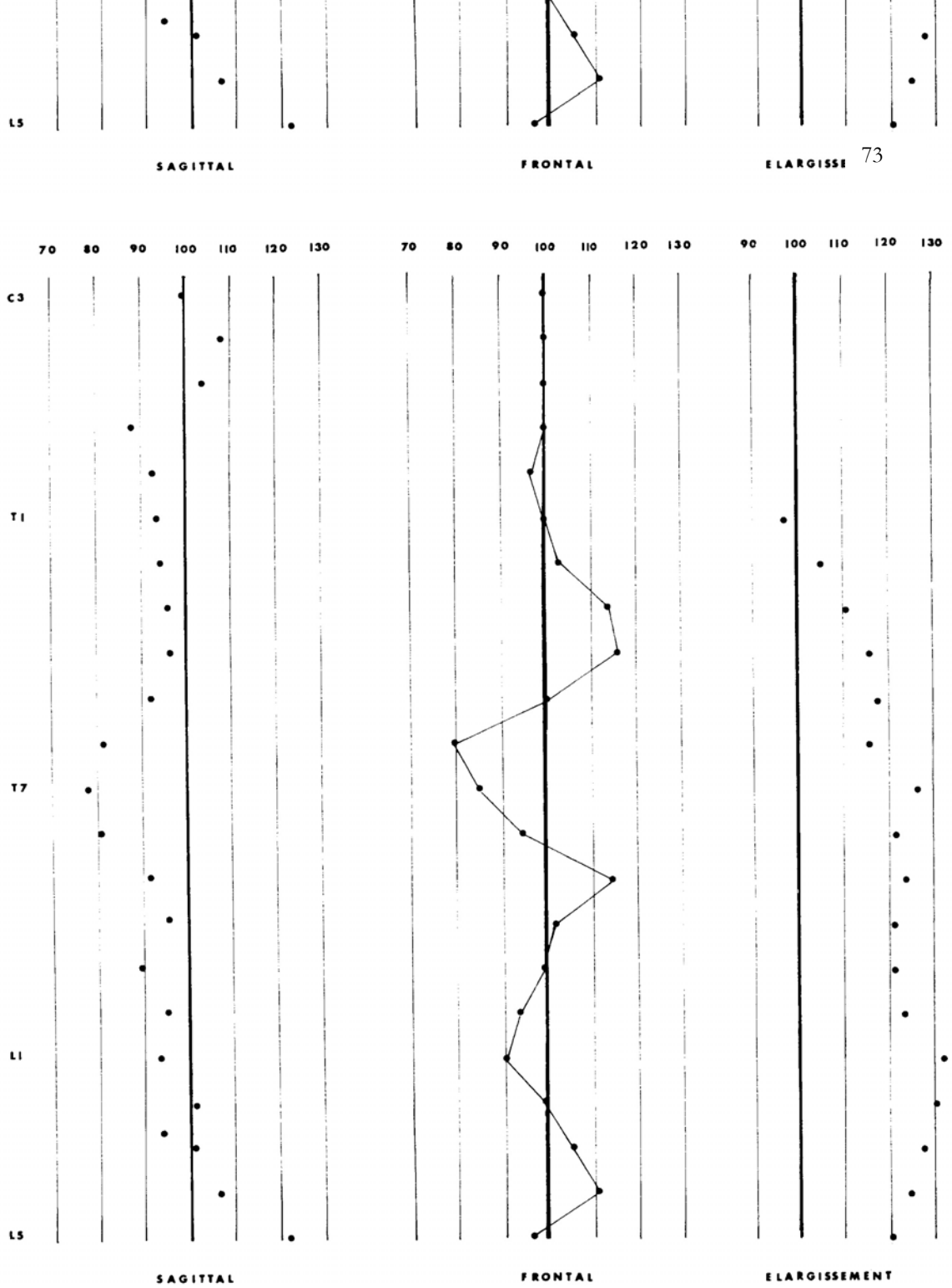


FIG.5. – Graphique d'une dystrophie rachidienne de croissance. La Gayole, BT7

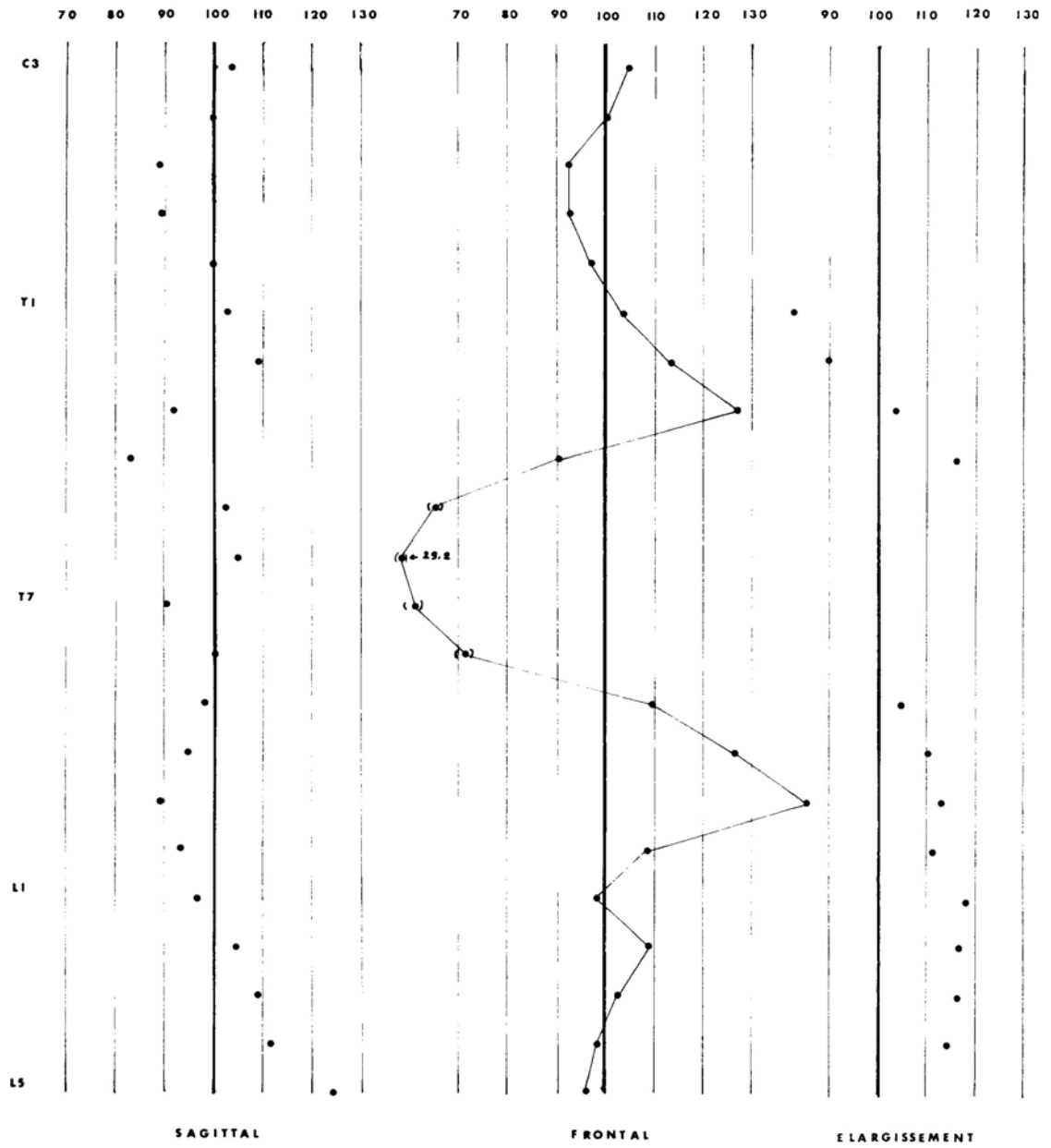


FIG.6. - Graphique d'une scoliose congénitale. La Gayole, BT10

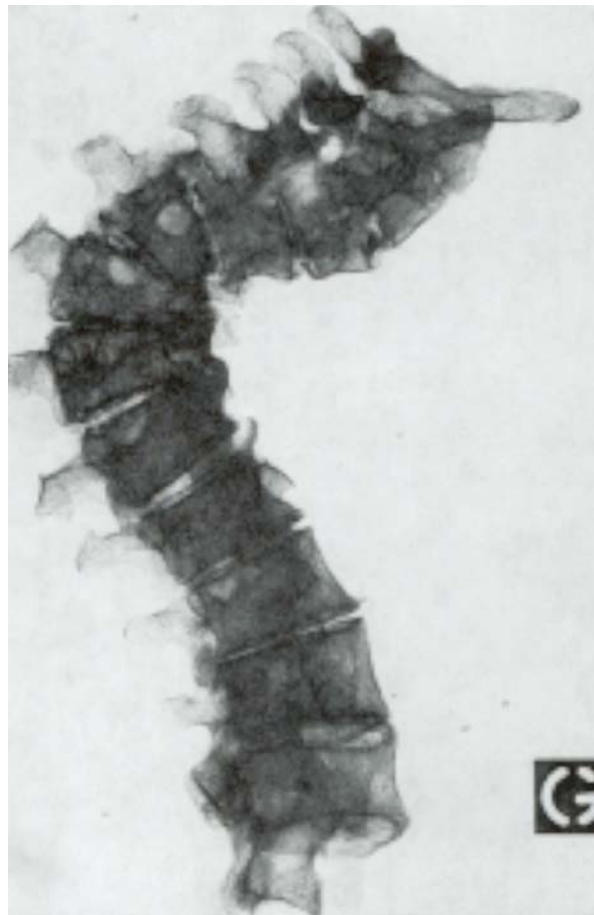


FIG. 8. - Radiographie du rachis. La Gayole, BT 10. Cliché de face.

- Indices frontaux : de nombreux tassements latéraux donnent au graphe un aspect sinusoïdal. La vertèbre la plus atteinte est T8. Nous avons vu qu'elle présente un tassement antérieur. Il s'agit en fait d'un enfoncement de l'angle antéro-supérieur droit du corps vertébral. Les déformations des pièces sus et sous-jacentes ne sont que les compensations mécaniques de cette lésion.
- Indices d'élargissement transversal : les indices sont faibles jusqu'en T8 puis rejoignent les valeurs des rachis normaux.

Conclusion : tassement traumatique de T8 et T9 avec cyphoscoliose à sommet en T8. Deux courbures compensatrices sont centrées sur T5 et T10.

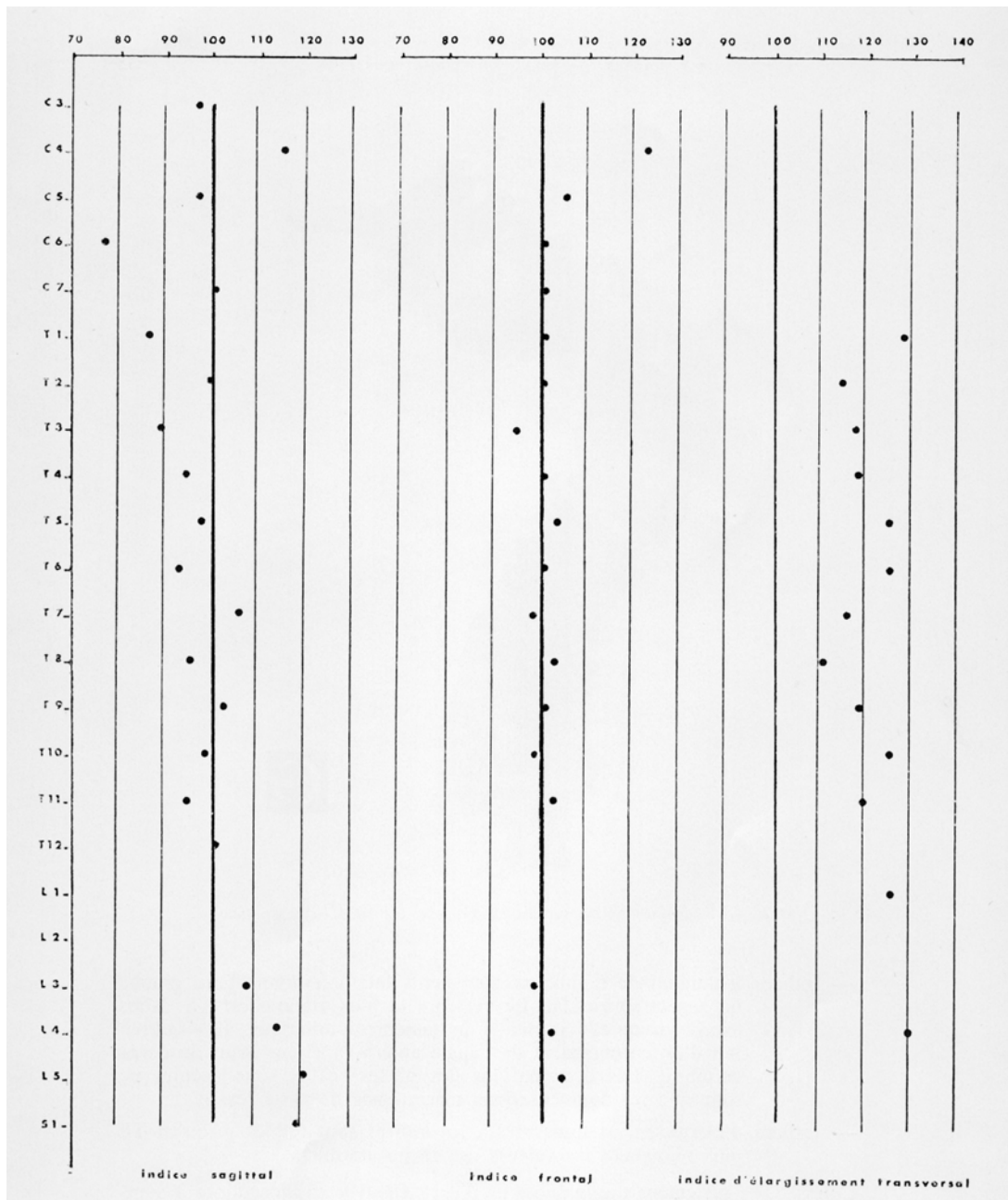


FIG. 9. - Graphique d'un rachis sénile. La Gayole, BT 29

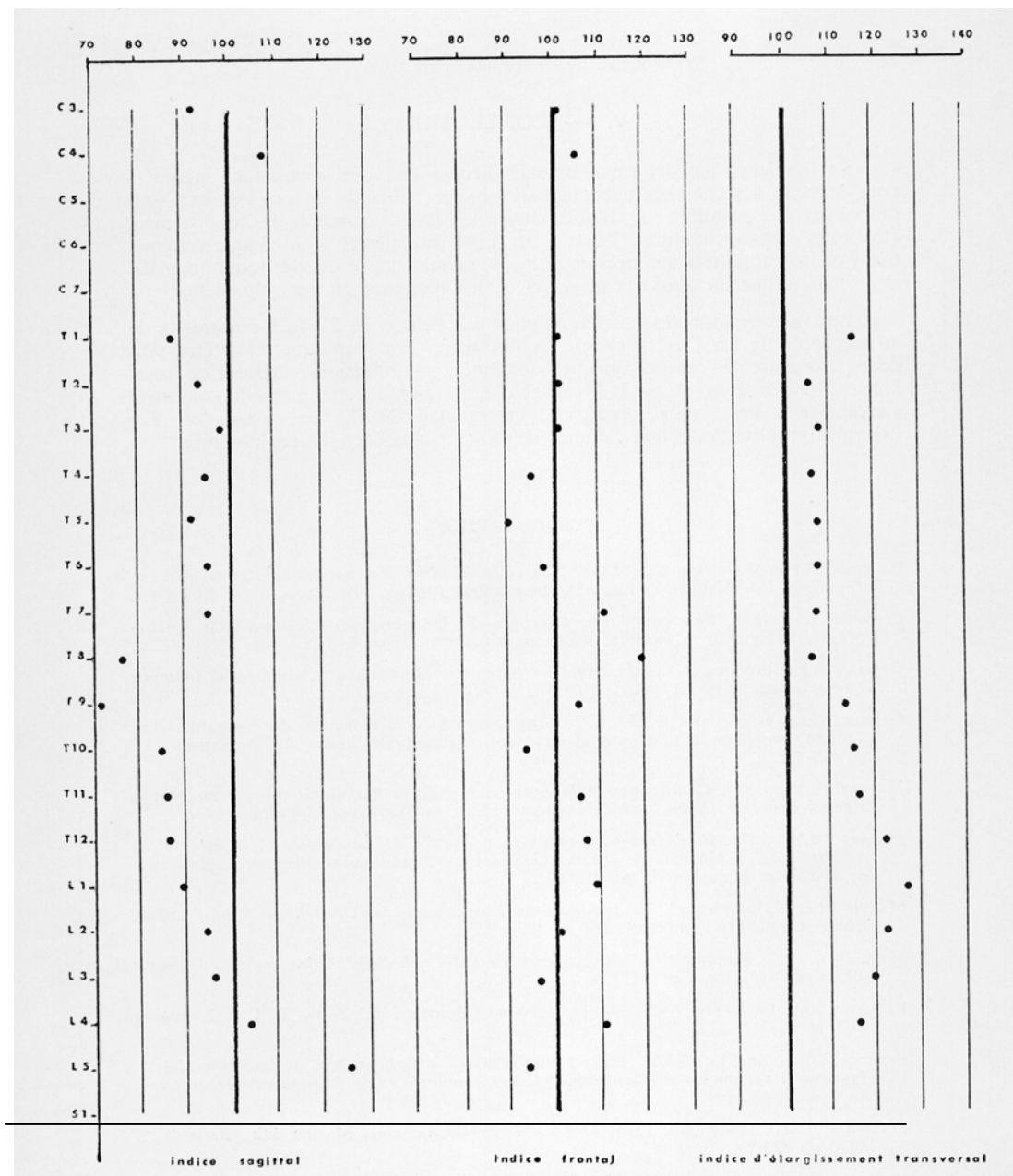


FIG.10. - Graphique d'un rachis traumatique. La Gayole, BT17

V. - CONCLUSION

La fréquence des déformations rachidiennes dans les populations inhumées nous a incité à rechercher une méthode objective d'étude de ces lésions. Nous proposons de quantifier les déformations sagittales, frontales et le tassement global des corps vertébraux à l'aide de trois indices calculés pour chaque vertèbre. Ces valeurs, rapportées sur trois graphiques, permettent de déceler toute anomalie importante d'une ou plusieurs pièces et de les comparer au reste du rachis.

Les valeurs normales ont été définies par l'étude de 27 rachis normaux de la nécropole de La Gayole (Var). La discussion des graphiques doit être prudente, car entre les aspects typiques des différentes affections, existent de nombreux cas frontières. Il est indispensable d'associer à cette méthode, qui peut s'appliquer à des rachis incomplets, un examen détaillé de chaque os. Les exemples proposés montrent l'intérêt de cette méthode en Paléopathologie.

BIBLIOGRAPHIE

- BEAUNIS (H.) et BOUCHARD (A.), 1868. *Nouveaux éléments d'anatomie descriptive et d'embryologie*. J.B. Baillière et fils, édit., Strasbourg, 1048 p., 404 fig.
- COMMODE (P.), 1975. *Paléopathologie, l'hypogée de Loisy-en-Brie, Civilisation Seine-Oise-Marne*. Thèse pour le Doctorat d'Etat en Médecine, Dijon, 146 p.
- DELMAS (A.) et PIWNICA (A.), 1958. Première vertèbre sacrée et basalité. *Archives d'Anatomie Pathologique*, 1, p. A17-A20.
- GUERIN (C.L.) et SICHERE (R.H.), 1964. Les dystrophies rachidiennes de croissance chez l'adulte : problème de diagnostic et incidence médico-légale. *Revue du Rhumatisme*, 31, p. 425-437.
- MAFART (B.Y.), 1979. *Contribution à la connaissance de la Pathologie osseuse au Moyen Age en Provence*. Thèse pour le Doctorat d'Etat en Médecine, Marseille, 364 p.
- MAFART (B.Y.), 1979. *Etude préliminaire de la nécropole de La Gayole (Var), V-VII^e et XI-XIII^e siècles*. Mémoire de D.E.A., Géologie des formations sédimentaires, Université de Provence, Marseille, 45 p.
- MARTIN (R.), 1957. *Lehrbuch des Anthropologie in systematischer Darstellung*. Band I und II. Fisher Verlag édit., Stuttgart, 661 et 1574 p.
- METZ (F.), 1977. *Du diagnostic des scolioses en Paléopathologie*. Thèse pour le Doctorat d'Etat en Médecine. Caen, 157 p.
- PATURET (G.), 1951. *Traité d'Anatomie humaine*. Masson édit., Paris, T. 1 et 2, 994 et 1120 p.
- PERROT (R.) et SPANTA (A.D.), 1977. Notes relatives à l'ostéométrie du rachis médiéval. *Travaux et documents du Centre de Paléanthropologie et de Paléopathologie de Lyon*, 4, 1, p. 55-68.
- POIRIER (P.) et CHARPY (A.), 1911. *Traité d'Anatomie humaine*. Masson édit., Paris, T. I, 1020 p., 825 fig.
- VALLOIS (H.V.), et LAZORTHES (G.), 1942. Indice lombaire et indice lombaire total. *Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris*, 3, 9, p. 117-131.

ADDENDA

Définitions des mesures utilisées lors de cette étude

1) HAUTEURS DANS LE PLAN SAGITTAL MÉDIAN

- *Rachis cervical.*

Hauteur antérieure : mesure directe du bord antérieur du plateau supérieur au bord antérieur du plateau inférieur.

Hauteur postérieure : mesure directe du bord postérieur du plateau supérieur au bord postérieur du plateau inférieur.

- *Rachis thoraco-lombaire.*

Hauteurs antérieure et postérieure : mesures directes entre les bords supérieur et inférieur des plateaux.

2) DIAMÈTRES ANTÉRO-POSTÉRIEURS DES PLATEAUX VERTÉBRAUX.

Mesures maximales prises dans le plan sagittal médian, du bord postérieur au bord antérieur des plateaux vertébraux. Les branches du compas sont appuyées sur les faces antérieure et postérieure du corps vertébral.

3) HAUTEURS FRONTALES.

- *Rachis cervical.*

Mesures directes prises en avant du bord antérieur des uncus et des échancrures latérales, du bord du plateau supérieur au bord du plateau inférieur. Ces mesures sont antéro-latérales.

- *Rachis thoraco-lombaire.*

Mesures prises dans le plan frontal passant par les milieux des diamètres antéropostérieurs des plateaux. Ce niveau de mesure permet d'éviter les facettes costales.

4) DIAMÈTRES TRANSVERSAUX.

- *Rachis cervical.*

Diamètre transversal supérieur : mesure maximale prise entre les sommets des uncus. Diamètre transversal inférieur : mesure maximale prise aux bords externes des échancrures latérales.

- *Rachis thoraco-lombaire.*

Diamètres transversaux supérieur et inférieur : mesures prises dans le plan passant par le milieu des diamètres antéro-postérieurs du corps, aux bords des plateaux supérieur et inférieur.

Diamètre transversal au milieu du corps : mesure minimale prise dans le plan passant par le milieu des diamètres antéro-postérieurs à mi-hauteur du corps vertébral.