

Nouvelle mensuration et essai de courbes de croissance à partir d'os longs de squelettes anciens

Dominique ROELS et Martine VERCAUTEREN

Résumé

La fouille du cimetière de Wasquehal (Lille, Nord de la France) nous a donné l'opportunité d'étudier des squelettes de sujets juvéniles et d'analyser plus particulièrement la croissance dans cet échantillon. L'âge au décès a été estimé d'après le stade de maturation dentaire. En étudiant ce matériel, nous nous sommes heurtées à la problématique classique de l'étude du développement sur les os longs : l'arrêt de la courbe lors de la fusion des épiphyses.

Le but de ce travail est de proposer — et de tester — une nouvelle mesure, prise sur la diaphyse des principaux os longs, et dont les repères sont présents à la fois chez le sujet juvénile et le sujet adulte. La corrélation entre la mesure proposée et les dimensions classiques est très élevée. Après avoir regroupé les sujets en différentes classes d'âge de l'enfance à la période adulte, nous avons, pour le fémur, appliqué aux moyennes de cette dimension le modèle mathématique de croissance de Preece-Baines. La courbe obtenue pour les garçons et les filles présente une allure classique de courbe de croissance qui témoigne de l'utilisation possible de cette mesure dans l'étude d'autres échantillons.

Parallèlement, ce travail rappelle une fois encore la nécessité de disposer de courbes de références européennes adéquates pour l'étude de la croissance des populations juvéniles de nos pays.

Abstract

The archaeological digging of the Wasquehal cemetery (Lille, North of France) gave us the possibility to examine subadults and to analyse more particularly the growth in this sample. Ages were evaluated according to dental criteria. Studying this material, we were confronted with the stumbling block of growth analysis on skeletal long bones: the rupture of the growth curve at the occurrence of epiphysis fusion.

Our goal in this paper is to propose—and test—a new measure on the diaphyseal lengths of the principal long bones whose markers can be found as well on adult bones as on juveniles ones. The correlation between the proposed measure and the classical ones proved to be very high. On the age groups means of this dimension for the femur, we adapted the Preece-Baines mathematical model of growth from infancy to adulthood. We obtained for girls and boys a classical growth curve which emphasizes the possible use of the dimension in the study of other anthropological samples.

Parallel to this, the present research stresses once again the necessity of European reference data for the growth analysis of juvenile populations in our countries.

1. INTRODUCTION

Le développement physique — statural en particulier — d'un groupe d'individus est un excellent baromètre pour qui veut juger de l'état global de santé et des conditions de vie d'une population. C'est par l'intermédiaire de la mesure des os longs que ce critère peut être abordé dans l'étude des populations réalisées sur matériel squelettique.

Longtemps négligés, les restes osseux des individus juvéniles représentent néanmoins notre seule source d'informations quant à la croissance des populations anciennes. Ceci explique bien évidemment l'intérêt grandissant qui existe ces dernières années pour l'étude de ce matériel.

Les problèmes auxquels se heurtent les anthropologues dans ce domaine sont nombreux : mauvaise conservation des squelettes, effectifs

insuffisants surtout pour la période de l'adolescence, mesure de la représentativité de ces échantillons comparés aux sujets sains, difficulté d'attribuer le sexe d'un individu juvénile (Schutkowski, 1987, 1994; Majó *et al.*, 1993, 1994) et d'estimer son âge (Sundick, 1978; Alduc-Le Bagousse, 1988; Saunders & Hoppa, 1993; ...).

En marge de tous ces éléments, s'ajoute, pour qui veut étudier le développement physique à partir des dimensions des os longs, une réelle frustration : l'impossibilité de réaliser une courbe de croissance complète, de l'enfance à l'âge adulte. En effet, si la mesure de la longueur diaphysaire permet de suivre la croissance jusqu'à la puberté (par exemple, Alduc-Le Bagousse, 1988), il devient impossible de la relever ensuite, lorsque les épiphyses commencent à se souder au corps de l'os et fusionnent pour ne plus faire qu'une seule entité. Ceci entraîne alors la mesure d'une autre dimension, à savoir la longueur

maximale de l'os long (avec ses épiphyses) qui nous renseignera à son tour sur la stature de l'individu.

C'est à ce niveau que se situe la contribution de ce travail : proposer une nouvelle mesure (mesure *AB*), prise sur la diaphyse des os longs, et dont les repères sont présents à la fois chez le sujet juvénile et le sujet adulte. Cette dimension suivie de l'enfance à — et y compris — l'âge adulte offre, dès lors, la satisfaction d'une courbe de croissance complète à partir des restes juvéniles et adultes.

La fouille du cimetière de Wasquehal (Nord de la France, XVI^e–XIX^e siècle) nous a fourni des squelettes de juvéniles et d'adultes, nous permettant de définir cette mesure sur les os longs, de la suivre et de réaliser une courbe complète de croissance.

Nous avons aussi relevé les mesures de la longueur diaphysaire chez les juvéniles et de la longueur maximale chez les jeunes adultes afin de situer notre échantillon en le comparant à deux échantillons de références : sujets américains suivis longitudinalement (Hoffman, 1979) et sujets provenant de deux nécropoles médiévales bas-normandes (Alduc-Le Bagousse, 1988). Enfin, nous avons comparé la mesure *AB* proposée avec ces dimensions.

2. MATÉRIEL

La fouille du cimetière de Wasquehal (Lille, Nord de la France), nous a fourni des os longs de juvéniles et de jeunes adultes et nous a donné l'opportunité de réaliser cette étude.

Réalisée dans le cadre de l'aménagement d'une nouvelle ligne du métro de Lille, cette fouille a permis la mise au jour des fondations de l'ancienne église paroissiale de la ville et d'environ la moitié de son cimetière (Roels, 1995).

La période d'utilisation du cimetière, attestée dans les archives, va du XIV^e au XIX^e siècle. De la période la plus ancienne, il reste deux inhumations en pleine terre à aménagement céphalique, dont une d'un enfant d'environ 7 ans (fig. 1). En ce qui concerne les autres, il s'est avéré lors de l'étude postérieure à la fouille qu'environ les deux-tiers des tombes découvertes datent en fait de la dernière période d'utilisation du cimetière, c'est-à-dire du XIX^e siècle (fig. 2). Cette présence massive de sépultures récentes, probablement due à l'accroissement de la population durant la période de l'industrialisation, a



Fig. 1 — Enfant d'environ sept ans. Inhumation en pleine terre à aménagement céphalique, XIV^e siècle. (Photographie : Philippe Méline, A.F.A.N.)

causé de nombreux recouvrements de fosses et le morcellement des restes osseux.

Sur une année, avec un groupe d'une dizaine d'archéologues, le chantier à livré, outre une large couche d'ossements en vrac, plus de 700 structures dont 610 sépultures. Durant la fouille, chaque sépulture a été dessinée, relevée et photographiée. Sur ces 610 sépultures, 484 squelettes et «grands» fragments furent étudiés. Parmi ceux-ci, 330 étaient des adultes.



Fig. 2 — Enfant d'environ six ans. Inhumation en cercueil, XIX^e siècle. (Photographie : Philippe Méline, A.F.A.N.)

Si le matériel osseux retrouvé à Wasquehal est relativement abondant, son état de conservation n'est pas optimal. Cela se vérifie particulièrement dans le cas des restes de juvéniles. Ces derniers n'ont en effet pas bénéficié d'un espace d'inhumation privilégié. Les tombes d'enfants ne furent pas regroupées dans un coin du cimetière, mais dispersées au milieu des tombes d'adultes et donc tout aussi sectionnées par les recoupements des fosses des inhumations postérieures.

À cela s'ajoute la fragilité des ossements d'enfants en bas-âge, souvent retrouvés à l'état de « mottes ». Le prélèvement minutieux et le tamisage de la terre contenue dans les limites de cercueil ont cependant permis de retrouver la plupart des germes dentaires et, outre les ossements principaux encore présents, quelques points d'ossification secondaire.

Sur les 154 squelettes de juvéniles retrouvés en fouille (Roels, 1995), seuls environ 80 individus présentaient les critères nécessaires pour permettre une étude sur la longueur diaphysaire maximale (tableau 1). Ces critères sont :

- la possibilité d'estimer l'âge du squelette à partir des germes dentaires et/ou du degré de soudure des différents points d'ossification ;
- la présence dans son entièreté d'au moins un des trois os longs (humérus, fémur, tibia).

En ce qui concerne les adultes, n'ont été retenus que les sujets pour lesquels il a été possible de déterminer l'âge au décès à moins de 30 ans, dont au moins un des trois os longs retenus pour l'étude était présent dans son entièreté et dont le sexe a pu être déterminé (tableau 2). Ce dernier point est, bien sûr, primordial lors de toute étude de croissance pour tenir compte du dimorphisme sexuel.

3. MÉTHODE

3.1. Étude du matériel

La première étape fut de déterminer l'âge au décès de chaque individu. Tant pour les sub-adultes que pour les adultes repris dans cette étude, cette détermination a été principalement basée sur la méthode d'Ubelaker (1989) qui prend en compte le stade de maturation dentaire. Malgré ses imperfections (Sundick, 1978), cette méthode reste un des meilleurs indicateurs. En parallèle fut réalisée une vue d'ensemble du degré d'apparition et de fusion des centres d'ossification (Krogman & Iscan, 1986 ; Molleson *et al.*, 1993), marqueurs de croissance valables encore pour les adultes de moins de 30 ans.

Pour les adultes, la détermination sexuelle repose sur l'étude des os coxaux (Ferembach *et al.*, 1979), des crânes (Giles, 1970) ainsi que des valeurs discriminantes provenant des mesures des principaux os longs (humérus, fémur, tibia). Elle a été possible dans le cas des adultes bien sûr, mais également pour certains grands adolescents (15–20 ans, voir tableau 1).

N° de tombe	Âge	Humérus L. max. diaphyse (mm)		Fémur L. max. diaphyse (mm)		Tibia L. max. diaphyse (mm)	
		G	D	G	D	G	D
T 45	5-6 ans	-	154	-	-	-	-
T 49	± 6 ans	166	-	222	-	-	-
T 50	± 8 ans	179	178	243	241	198	196
T 52	± 6 ans	-	170	217	218	180	-
T 53	± 9 mois	74	-	86	-	72	72
T 55	10-11 ans	215	213	-	292	-	246
T 56	4 ans	-	-	166	166	140	-
T 57	0-6 mois	66	-	-	-	-	-
T 62	± 2 ans	-	125	-	-	-	-
T 67	± 18 mois	-	112	-	-	-	-
T 72	± 2 ans	125	-	156	-	-	-
T 75	3-4 ans	160	162	208	-	168	166
T 89	12-15 ans	261	263	-	-	-	-
T 92	4-5 ans	-	150	190	191	-	-
T 99	± 8 ans	174	174	-	-	-	-
T 104	± 18 mois	98	96	121	121	99	98
T 107	2-3 ans	117	114	-	-	-	-
T 108	0-6 mois	58	57	67	67	57	58
T 112	0-6 mois	67	67	-	-	66	66
T 113	6-7 ans	182	-	262	260	206	205
T 122	nouv. né ?	52	-	-	-	-	53
T 123	nouv. né ?	-	-	61	62	-	-
T 125	6-7 ans	151	-	209	-	165	-
T 129	4-5 ans	127	127	165	-	-	-
T 131	0-6 mois	61	61	-	72	-	-
T 180	6-7 ans	173	-	228	229	195	194
T 184	nouv. né	62	62	-	-	-	-
T 187	0-6 mois	67	68	81	80	-	-
T 193	4-6 ans	148	-	185	185	151	151
T 208	6 mois	-	-	85	-	-	-
T 241	nouv. né	67	-	-	-	-	-
T 288	8 ans	-	190	-	-	-	-
T 340	14 ans	270	272	396	-	-	-
T 341	12 ans	-	236	-	-	-	-
T 359	12 ans	242	237	-	-	-	-
T 369	15 ans	270	275	-	-	-	270
T 372	9-12 mois	92	92	112	114	-	-
T 373	5-6 ans	153	154	-	215	-	174
T 379	7-12 ans	204	205	271	273	220	220
T 381	0-6 mois	68	-	-	77	68	68
T 382	5-7 ans	145	147	187	187	152	152
T 390	< 1 an	-	-	77	-	68	-
T 400	< 1 an	65	64	74	-	65	-
T 409	6 mois	80	80	-	-	-	-
T 422	2 ans	-	-	136	135	110	-
T 438	0-6 mois	-	-	-	75	-	65
T 445	0-6 mois	-	65	75	76	66	66
T 454	< 1 an	-	-	86	-	72	-
T 467	6 mois	72	-	82	82	-	-
T 478	0-6 mois	70	-	-	-	-	-
T 480	6-9 mois	65	65	-	-	-	-
T 481	6-9 mois	80	-	94	95	-	-
T 482	6-12 mois	65	-	74	-	-	-

Tabl. 1 — Longueurs diaphysaires maximales (humérus, fémur, tibias) des juvéniles et adolescents de Wasquehal.

N° de tombe	Âge	Humérus		Fémur		Tibia	
		L. max. diaphyse (mm)		L. max. diaphyse (mm)		L. max. diaphyse (mm)	
		G	D	G	D	G	D
T 484	6-9 mois	59	59	-	-	-	-
T 488	6 ans	(140)	143	184	184	154	-
T 489	nouv. né ?	61	-	70	-	-	-
T 503	nouv. né	66	-	76	-	-	-
T 522	nouv. né ?	56	-	-	-	-	-
T 529	3-4 ans	-	125	168	168	139	-
T 530	13-14 ans	-	-	-	337	-	-
T 537	4-5 ans	124	-	-	-	-	-
T 539	< 2 ans	-	-	112	113	-	-
T 543	0-6 mois	-	58	67	-	-	-
T 547	0-6 mois	61	61	70	70	-	-
T 553	6-9 mois	72	72	-	-	-	-
T 562	3-6 ans	129	129	-	-	-	-
T 604	nouv. né ?	59	60	65	66	-	-
T 616	6 ans	-	-	-	184	-	-
T 634	12-15 ans	263	260	369	368	-	-
T 666	6-7 ans	-	-	-	215	-	-
T 71	15-17 ans	-	-	-	-	-	-
T 128	17-18 ans	-	-	-	-	-	-
T 175	18-20 ans	-	-	-	-	-	-
T 177	18-20 ans	-	-	-	-	-	-
T 252	15 ans	-	-	-	-	-	-
T 281	15-18 ans	-	-	-	-	-	-
T 369	15 ans	-	-	-	-	-	-
T 386	15-17 ans	-	-	-	-	-	-
T 696	17-18 ans	-	-	-	-	-	-

Tabl. 1 — Longueurs diaphysaires maximales (humérus, fémur, tibias) des juvéniles et adolescents de Wasquehal. (suite)

3.2. Définition de la dimension AB

La seconde étape fut de déterminer une mesure de longueur de diaphyse dont les repères soient visibles tant sur les diaphyses des juvéniles que sur celles des adultes, et ce pour l'humérus, le fémur et le tibia; nous l'avons appelée la **mesure AB**.

Pour l'**humérus** (fig. 3), le repère A (extrémité proximale), correspond chez le juvénile à l'extrémité supérieure de la diaphyse et chez l'adulte au début de l'évasement de l'extrémité proximale. Le repère B (extrémité distale) correspond chez le juvénile comme chez l'adulte à la limite supérieure de la cavité sus-trochléenne (face antérieure de l'os).

Pour le **fémur** (fig. 3), le repère A (extrémité proximale) correspond chez le juvénile et chez l'adulte à la ligne transversale imaginaire située au niveau du diamètre subtrochantérique. Le repère B (extrémité distale) correspond chez le juvénile à l'extrémité inférieure de la diaphyse,

et, chez l'adulte, à la ligne passant par l'extrémité supérieure du relief d'insertion des muscles jumeaux (visibles sur la face postérieure de l'os).

Pour le **tibia** (fig. 3), le repère A (extrémité proximale) correspond à la limite supérieure de la diaphyse juvénile, et à la limite inférieure de la facette articulaire destinée à la fibula chez l'adulte. Le repère B (extrémité distale) correspond tant chez le juvénile que chez l'adulte au tiers supérieur de la gouttière d'insertion destinée à la fibula (visible sur la face latérale de l'os).

Le matériel squelettique a été mesuré par le premier auteur. Les mesures de longueur diaphysaire maximale ainsi que de la longueur maximale de l'os (avec épiphyses) ont été relevées sur les humérus, fémur et tibia telles que définies par Martin et Saller (1957). Les mesures AB ont été relevées en même temps sur chaque individu.

N° de tombe	Âge	Humérus L. max. (mm)		Fémur L. max. (mm)		Tibia L. max. (mm)	
		G	D	G	D	G	D
masculins							
T 111	20-30 ans	328	-	458	-	360	-
T 114	20-30 ans	364	-	-	-	-	-
T 134	20-30 ans	301	307	440	445	360	355
T 136	20-30 ans	-	352	473	473	386	385
T 154	20-30 ans	339	341	466	469	382	379
T 283	20-30 ans	-	346	470	-	362	357
T 301	20-30 ans	315	324	445	446	-	-
T 384	20-30 ans	340	345	481	480	402	400
T 440	20-30 ans	354	355	-	495	408	-
T 592	20-30 ans	360	-	-	-	420	-
T 701	20-30 ans	-	-	-	-	348	349
féminins							
T 91	20-30 ans	-	-	430	430	352	351
T 94	20-30 ans	314	312	447	445	357	363
T 124	20-30 ans	295	302	402	401	324	322
T 126	20-30 ans	300	-	424	425	-	347
T 141	20-30 ans	327	-	429	426	361	363
T 152	20-30 ans	285	288	388	383	330	332
T 190	20-30 ans	296	293	407	407	340	341
T 209	20-30 ans	303	-	432	-	-	-
T 236	20-30 ans	-	304	425	423	348	345
T 327	20-30 ans	315	319	447	-	378	379
T 348	20-30 ans	276	282	411	405	353	351
T 434	20-30 ans	322	327	450	450	366	364
T 437	20-30 ans	301	308	428	426	351	348
T 451	20-30 ans	289	298	432	431	340	340
T 690	20-30 ans	300	303	-	-	-	-

Tabl. 2 – Jeunes adultes : longueurs maximales des humérus, fémurs, tibias.

Toutes les mesures ont été effectuées à gauche et/ou à droite en fonction du côté le mieux conservé.

les repères de la nouvelle mesure sont difficiles à trouver en deçà de cet âge.

3.3. Modèle mathématique

Après regroupement des sujets en neuf classes d'âge, le modèle mathématique de Preece-Baines (1978) a été appliqué pour tracer les courbes de croissance du fémur.

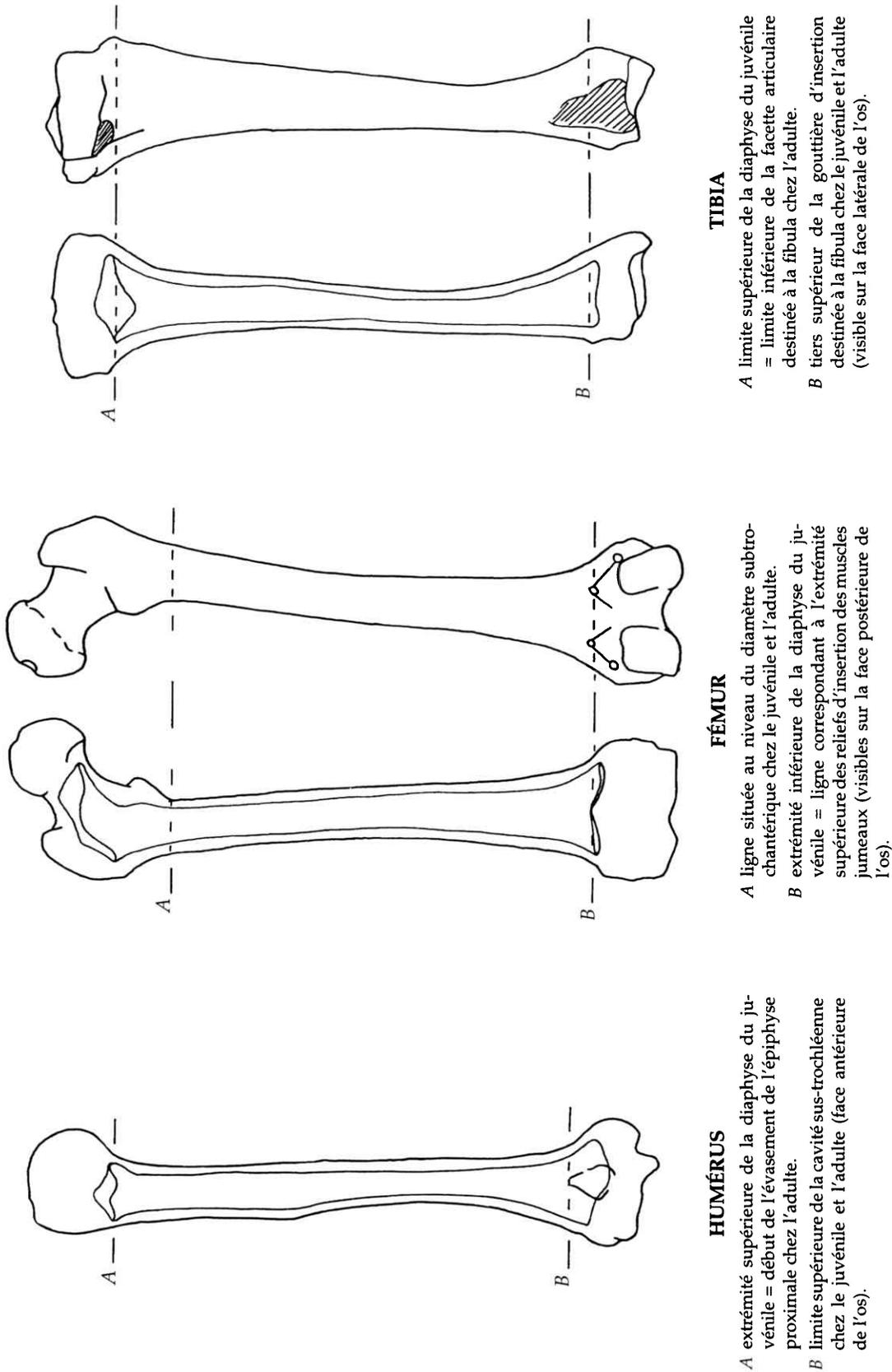
Nous avons choisi ce modèle car il décrit la courbe de croissance staturale à partir de l'âge de deux ans jusqu'à l'âge adulte. De plus, mis au point pour la stature, il a montré également son efficacité dans l'ajustement des moyennes successives de la longueur de la jambe d'un échantillon transversal (Tanner *et al.*, 1982; Vercauteren, 1989).

Seuls les individus de plus de 18 mois ont donc été sélectionnés ici. Notons d'autre part, que

4. RÉSULTATS

Les figures 4, 5 et 6 représentent les valeurs individuelles du fémur, du tibia et de l'humérus de nos sujets. Nous les avons comparées à deux séries de références : un échantillon américain bien défini, celui de Hoffman (1979) [zones délimitées par les valeurs moyennes $\pm 1,96$ SD] et l'échantillon français d'Alduc-Le Bagousse (1988) [moyennes brutes] qui nous paraît plus proche de nos données, d'un point de vue spatio-temporel. Sur ces mêmes graphiques nous avons donc également situé les mesures AB de notre échantillon.

Les dimensions diaphysaires maximales (humérus, fémur, tibia) des enfants de Wasquehal,



HUMÉRUS

A extrémité supérieure de la diaphyse du juvénile = début de l'évasement de l'épiphyse proximale chez l'adulte.
 B limite supérieure de la cavité sus-trochléenne chez le juvénile et l'adulte (face antérieure de l'os).

FÉMUR

A ligne située au niveau du diamètre subtrochantérique chez le juvénile et l'adulte.
 B extrémité inférieure de la diaphyse du juvénile = ligne correspondant à l'extrémité supérieure des reliefs d'insertion des muscles jumeaux (visibles sur la face postérieure de l'os).

TIBIA

A limite supérieure de la diaphyse du juvénile = limite inférieure de la facette articulaire destinée à la fibula chez l'adulte.
 B tiers supérieur de la gouttière d'insertion destinée à la fibula chez le juvénile et l'adulte (visible sur la face latérale de l'os).

Fig. 3 — Repères pour la prise des dimensions AB.

Chaque dessin représente le contour de l'os tel qu'il est visible chez l'adulte avec, à l'intérieur, le contour de la diaphyse telle qu'elle est visible chez le juvénile. Schéma de D. Roels, d'après E. OLIVIER et A. DUFOUR, *Traité d'ostéologie humaine*, Librairie Maloine, Paris, 1947, planches 13, 39, 44, 48, 51.

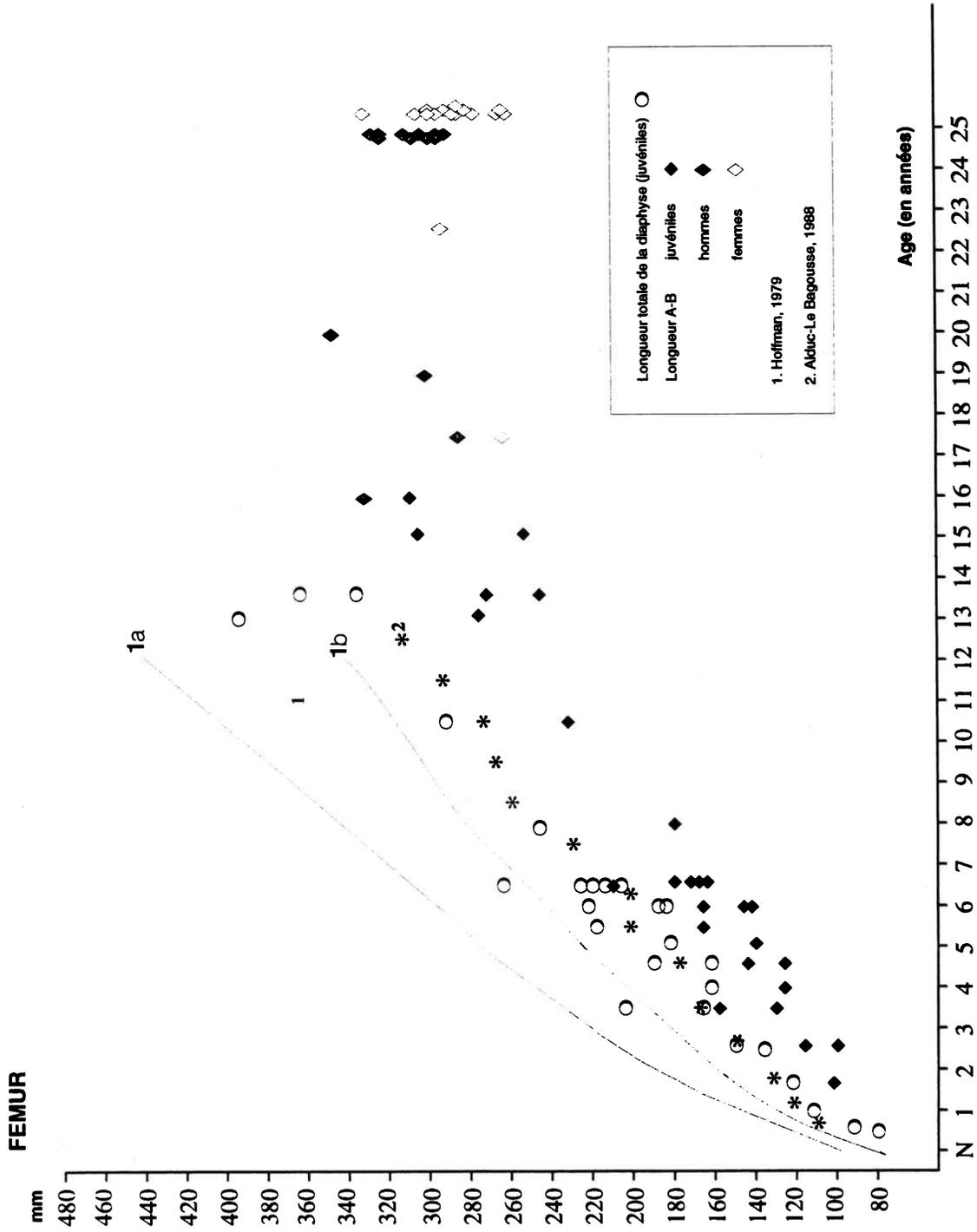


Fig. 4 — Valeurs individuelles du fémur des juvéniles (longueur diaphysaire maximale et dimension AB) et des jeunes adultes (dimension AB) de Wasquehal. Comparaison avec l'échantillon américain de Hoffman (1a : moyenne + 1,96SD; 1b : moyenne - 1,96SD) et l'échantillon français d'Alduc-Le Bagousse.

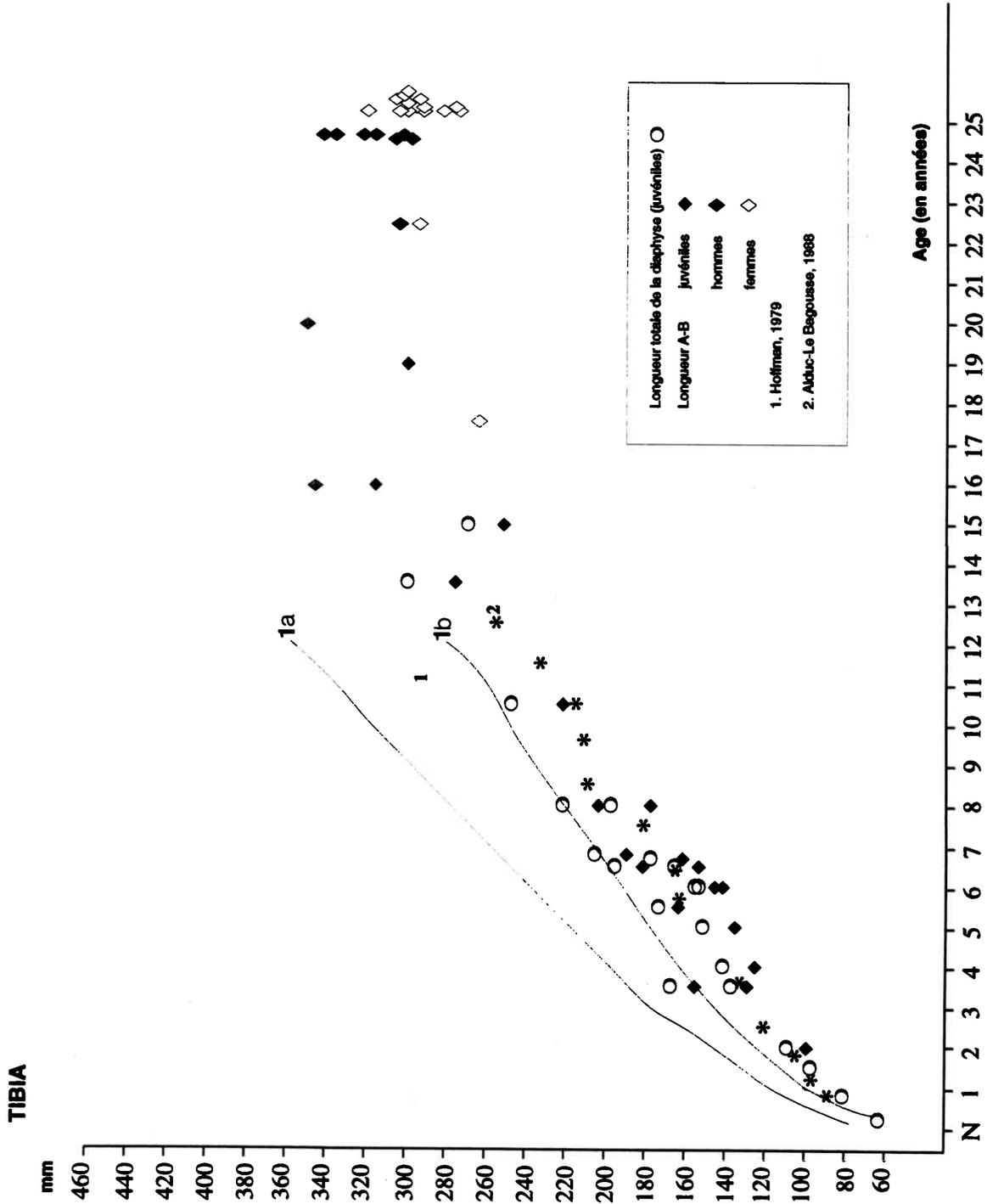


Fig. 5 - Valeurs individuelles du tibia des juvéniles (longueur diaphysaire maximale et dimension AB) et des jeunes adultes (dimension AB) de Wasquehal. Comparaison avec l'échantillon américain de Hoffman (1a : moyenne + 1,96 SD; 1b : moyenne - 1,96 SD) et l'échantillon français d'Alduc-Le Begousse.

	FEM-AB	TIB-AB	HUM-AB
FEM-DM	0,99 (N = 24) *		
FEM-EP	0,83 (N = 27) *		
TIB-DM		0,99 (N = 17) *	
TIB-EP		0,92 (N = 26) *	
HUM-DM			0,99 (N = 29) *
HUM-EP			0,94 (N = 28) *

* $p < 0,001$

Tabl. 3 – Coefficients de corrélation des mesures AB du fémur (FEM), du tibia (TIB) et de l'humérus (HUM) avec la longueur maximale de la diaphyse (DM) et la longueur totale avec épiphyses (EP) de ces os.

comparées aux courbes américaines, sont pratiquement toujours situées sous le percentile 2,5. Elles sont, par contre, très proches des moyennes fournies par les échantillons français d'Alduc-Le Bagousse.

Les corrélations de la mesure AB avec les mesures classiquement utilisées sont très élevées et hautement significatives, et ce, pour les trois os longs (tableau 3).

Cela se vérifie pour l'os juvénile (longueur maximale de la diaphyse) et pour l'os du jeune adulte (longueur avec épiphyses), montrant la

proximité de la dimension proposée avec ces mensurations.

La figure 7 présente les courbes de croissance de la longueur AB du fémur des sujets féminins et masculins. Pour ce faire, nous avons regroupé en sept catégories d'âge les individus sub-adultes (d'âge estimés entre 2 et 14 ans), et en deux catégories d'âges les jeunes adultes masculins et féminins séparément. Pour ces derniers, il a été possible en effet de déterminer, rappelons-le, le sexe de quelques « grands adolescents ».

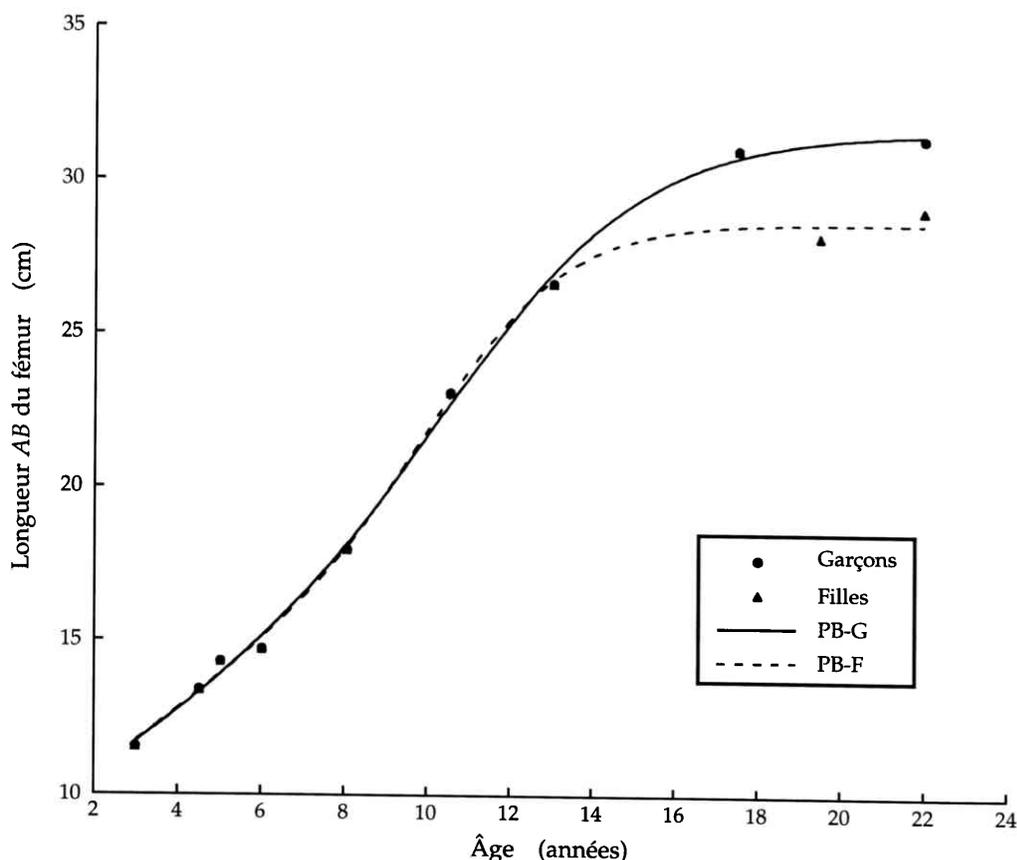


Fig. 7 – Courbe de croissance de la dimension AB du fémur de deux ans à l'âge adulte. Application du modèle PB1.

	Individus masculins	Individus féminins
Paramètre 1	31,4687	28,456
Paramètre 2	23,7558	22,8811
Paramètre 3	0,0346	0,0547
Paramètre 4	0,4305	0,6359
Paramètre 5	11,1165	10,5116

Tabl. 4 — Paramètres du modèle mathématique de Preece-Baines ajusté aux moyennes des dimensions AB du fémur.

Pour chacune de ces catégories d'âges, nous avons calculé l'âge moyen réel (vu l'effectif limité) et la dimension AB moyenne du fémur. Nous avons ensuite appliqué aux moyennes des dimensions AB du fémur le modèle de croissance de Preece-Baines (1978) et tracé, à partir des paramètres obtenus (Tableau 4), la courbe de croissance de cette dimension pour les garçons et les filles.

5. DISCUSSION ET CONCLUSION

Pour établir une courbe de croissance complète (de 2 ans à l'âge adulte) à partir de mensurations de squelettes, nous avons proposé une nouvelle mesure de diaphyse sur les principaux os longs (humérus, fémur, et tibia) présente à la fois chez les enfants, les adolescents et les adultes : la mesure AB . La corrélation entre cette dimension et la longueur diaphysaire maximale classiquement utilisée est très élevée et peut, dès lors, lui être substituée.

Le fémur a été choisi pour tracer la courbe de croissance : matériel osseux, en général, relativement abondant et bien conservé, il constitue l'os long présentant la plus grande vitesse de croissance (Israelsohn, 1960). De plus, la similarité de la croissance du membre inférieur (dont il est un des constituants principaux) avec celle de la stature a déjà été constatée graphiquement par Twiesselmann (1969). Dans cette même étude, Twiesselmann a d'autre part établi l'absence de dimorphisme sexuel de la longueur de la jambe en dessous de 13 ans. Ce dernier point se révèle particulièrement précieux dans une étude de croissance sur restes osseux ; il n'est pas nécessaire de rappeler, en effet, la difficulté (voire l'impossibilité) de déterminer le sexe chez les jeunes sujets.

Disposant des valeurs AB de 2 ans à l'âge adulte nous avons appliqué aux moyennes du fémur le modèle mathématique de croissance

de Preece-Baines. Ce modèle a déjà montré son efficacité lorsqu'il est ajusté à des valeurs provenant d'enquêtes transversales ainsi qu'à des valeurs relatives au membre inférieur. La courbe qui en résulte a l'allure attendue d'une courbe de croissance d'une dimension de longueur depuis la petite enfance jusqu'à l'âge adulte. La mesure AB proposée s'est donc révélée efficace pour établir une courbe de croissance complète reflétant celle du fémur. Rappelons encore une fois que, vu le faible effectif de l'échantillon, les résultats présentés ici n'ont pas une vocation de référence mais ont pour but essentiel de définir et de tester une nouvelle dimension permettant d'analyser la croissance des os longs à la fois chez les juvéniles et chez les adultes. Il serait, bien sûr, souhaitable d'apprécier la reproductibilité de cette mesure et de l'appliquer sur de plus vastes échantillons. Ceci permettrait d'ailleurs aussi d'augmenter le nombre de catégories d'âge (seules neuf catégories ont pu être définies ici) et d'améliorer l'ajustement du modèle.

D'autre part, outre le « lissage », l'application d'un modèle mathématique a un autre intérêt : il permet d'obtenir les paramètres descriptifs de la courbe de croissance de la population étudiée. On peut ensuite dériver de façon algébrique divers paramètres relatifs aux événements biologiques du développement [comme la dimension adulte, l'âge au début de la poussée de croissance pubertaire, l'âge lors du pic pubertaire (Bogin, 1988)] rendant plus aisée la comparaison du mode de croissance entre deux populations données.

Parallèlement, nous avons comparé les juvéniles de Wasquehal avec ceux d'échantillons de référence. Pour ce faire nous avons bien sûr considéré uniquement les mesures de la longueur maximale de la diaphyse.

Les références de Hoffmann (1979), qui déterminent les limites de 95 % de son échantillon américain, proviennent de mesures diaphysaires prises entre 1929 et 1967 sur radiographie. Le pourcentage d'erreur entre la mesure prise sur radio et la mesure de la longueur anatomique vraie de la diaphyse est faible (estimée entre 2 et 3 % par Hoffman) et est largement compensée par la qualité de l'échantillon (grand effectif, enquête longitudinale, âge et sexes connus), ce qui, *a priori*, le désigne comme une excellente référence.

Néanmoins, les valeurs absolues de la diaphyse maximale des os longs de notre échantillon se situent bien en deçà des valeurs de Hoffman. Pareille constatation apparaissait également dans l'analyse comparative de sujets anglais du

XVII^e–XVIII^e siècle de Molleson *et al.* (1993). Le travail de Ribot & Roberts (1996) qui comparait entre autres deux populations médiévales anglaises avec ces références américaines rejoignait encore cette conclusion.

Par contre, les comparaisons de nos valeurs diaphysaires avec celles provenant de deux nécropoles médiévales bas-normandes d'Alduc-Le Bagousse (1988) a montré une réelle concordance. Tout ceci met en évidence la nécessité du choix des données de référence d'après des critères temporels et spatiaux les plus proches possibles du matériel étudié.

De plus, la grande variété des transformations réalisés sur les données brutes — qu'il s'agisse de l'estimation de la longueur d'un os à partir de fragments (Jacobs, 1992 par exemple), de l'estimation de la stature à partir des os longs [voir par exemple l'étude comparative de Sellier *et al.* (1997)] ou de l'utilisation d'une courbe d'ajustement — accentue encore les difficultés de comparaison.

Ainsi, une fois de plus, nous constatons la nécessité de disposer d'un échantillon de référence adéquat pour les populations européennes juvéniles, et de méthodes similaires pour qui veut étudier la croissance et ses variations (éventuels retards...) dans nos populations. Sur ce point, la mesure AB permettrait peut-être de mieux définir la croissance globale d'un groupe.

Bibliographie

- ALDUC-LE BAGOUSSE, A., 1988. Estimation de l'âge des non-adultes : maturation dentaire et croissance osseuse. Données comparatives pour deux nécropoles médiévales bas-normandes. Actes des 3^{es} Journées Anthropologiques. C.N.R.S., Paris, *Notes et Monographies techniques*, **24** : 81–103.
- BOGIN, B., 1988. *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press, 267 p.
- FEREMBACH, D., SCHWIDETZKY, I. & STLOUKAL, M., 1979. Recommandations pour déterminer l'âge et le sexe sur le squelette. *Bull. et Mém. Soc. Anthropol. de Paris*, **13 (6)** : 7–45.
- GILES, E., 1970. Discriminant Function Sexing the Human Skeleton. In : T.D. Stewart (ed.) : *Personal identification in Mass Disasters*. Washington DC, Smithsonian Institution Press : 99–109.
- HOFFMAN, J.M., 1979. Age Estimation for Diaphyseal Lengths: Two Months to Twelve Years. *J. of Forensic Sciences*, **24 (2)** : 461–469.
- ISRAELSOHN, W., 1960. Description and modes of analysis of human growth. In : J. M. Tanner (ed.) : *Human Growth*, vol. 3. Oxford, Pergamon Press : 21–42.
- JACOBS, K., 1992. Estimating Femur and Tibia Length from fragmentary Bones: an Evaluation of Steele's (1970) Method using a Prehistoric European Sample. *Am. J. of Phys. Anthropol.*, **89** : 333–345.
- KROGMAN, M.W. & ISCAN, M.Y., 1986. *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. USA, Springfield – Illinois, 551 p.
- MAJÓ, T., TILLIER, A.-M. & BRUZEK, J., 1993. Test des fonctions discriminantes de Schutkowski impliquant l'ilium pour la détermination du sexe dans des séries d'enfants de sexe et d'âge connus. *Bull. et Mém. Soc. Anthropol. de Paris*, **5** : 61–68.
- MAJÓ, T., TILLIER, A.-M. & BRUZEK, J., 1994. Bis Repetita Placent. *Bull. et Mém. Soc. Anthropol. de Paris*, **6 (1–2)** : 117–119.
- MARTIN, R. & SALLER, K., 1957. *Lehrbuch des Anthropologie*. Gustav Fischer Editor, Stuttgart.
- MOLLESON, T., COX, M., WALDRON, H.A. & WHITTAKER, D.K., 1993. *The Spitafields Project*, vol. 2: *The Middling Sort—The Anthropology*. Council for British Archaeology Research Report, **86**.
- PREECE, M.A. & BAINES, M.J., 1978. A New Family of Mathematical Models describing the Human Growth Curve. *Annals of Human Biology*, **5** : 1–24.
- RIBOT, I. & ROBERTS, C., 1996. A study of Non-specific Stress Indicators and Skeletal Growth in Two Mediaeval Subadult Populations. *Journal of Archaeological Science*, **23** : 67–79.
- ROELS, D., 1995. *Le cimetière et l'église de Wasquehal*, vol. II : *Étude Anthropologique*. Fouilles archéologiques du Métro de Lille, Nord, AFAN-CUDL-Coordination Métro. Lille, S.R.A. Nord-Pas-de-Calais, France, 53 p.
- SAUNDERS, S.R. & HOPPA, R.D., 1993. Growth Deficit in Survivors and Non-Survivors: Biological Mortality Bias in Subadult Skeletal Samples. *Yearbook of Physical Anthropology*, **36** : 127–151.
- SCHUTKOWSKI, H., 1987. Sex determination of foetal neonate skeletons by means of discriminant analysis. *Intern. J. Anthropol.*, **2** : 347–352.

- SCHUTKOWSKI, H., 1994. Once more: direct application of discriminant functions. *Bull. et Mém. Soc. Anthropol. de Paris*, **6** (1–2) : 113–115.
- SELLIER, P., TILLIER, A.-M. & BRUZEK, J., 1997. À la recherche d'une référence pour l'estimation de l'âge des fœtus, nouveau-nés et nourrissons des populations archéologiques européennes. *Anthropologie et Préhistoire*, **108**, 75–87.
- SUNDICK, R. I., 1978. Human skeletal growth and age determination. *Homo*, **29** (4) : 228–249.
- TANNER, J. M., HAYASHI, T., PREECE, M. A. & CAMERON, N., 1982. Increase in length of leg relative to trunk in Japanese children and adults from 1957 to 1977: comparison with British and Japanese American. *Annals of Human Biology*, **9** (5) : 411–423.
- TWIESELDMANN, Fr., 1969. *Développement biométrique de l'enfant à l'adulte*. Bruxelles, Presses universitaires de Bruxelles, 147 p.
- UBELAKER, D. H., 1989. *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis and Interpretation*. Washington DC, Smithsonian Institution Press, 172 p.
- VERCAUTEREN, M., 1989. *Aspects de l'évolution séculaire en Belgique. Étude englobant les enfants, les adolescents et les jeunes adultes. Analyse de la croissance en relation avec différents paramètres du milieu*. Thèse de doctorat en Sciences, Bruxelles, Université Libre de Bruxelles, 239 p.

Adresse des auteurs :

D. ROELS et M. VERCAUTEREN
Laboratoire d'Anthropologie et de Génétique humaine
Université Libre de Bruxelles, C.P. 192
Avenue F. D. Roosevelt, 50
B-1050 Bruxelles (Belgique)
E-mail : mvercau@ulb.ac.be