

CHAPITRE 4

LES POPULATIONS INHUMÉES : RECRUTEMENT ET BIOLOGIE

M. Guillon, F. Houët[†], S. Piéra, M. Sansilbano-Collilieux, F. Sunder, C. Tirran & C. Billard

Recrutement et démographie

Après toutes les étapes d'affinement du N.M.I., entre os d'une part et entre os et dents d'autre part les Nombres Minimum d'Individus sont les suivants :

- du nord au sud, 109 individus à la Butte Saint-Cyr, 29 à la Fosse XIV, 73 à la Sépulture 1 et 30 sujets aux Varennes. Ces N.M.I. présentent des différences importantes, avec deux tombes de faible effectif et deux à grand effectif. Le N.M.I. n'est pas à associer à l'architecture puisque les deux monuments mégalithiques présentent l'effectif le plus fort pour l'un (Butte Saint-Cyr) et le plus faible pour l'autre (Fosse XIV). Les deux sépultures présentant le plus d'individus (73 et 109) sont comparables de ce point de vue à plusieurs monuments proches géographiquement, Bardouville (N.M.I. 73, Bocquentin 1998), Mauny (N.M.I. 117, Verron, 1981 ; Chambon 1999, 2003) ou Brueil-en-Vexin (N.M.I. 88, Gatto 1998) ou plus éloignés comme la grotte du Laris Goguet à Feigneux dans l'Oise (N.M.I. 102, Bendezu Sarmiento 1996, 1999 ; Lawrence 2000) ; on est aussi proche de l'effectif mis au jour à Éteauville en Eure-et-Loir (Bailloud *et al.* 1965). Les deux monuments les moins "utilisés" se rapprochent en effectif de l'allée couverte du Blanc Val (N.M.I. 40 : Presles, Val d'Oise, Basse de Ménorval 1958 ; Valentin-Dupré 1991).

Si l'on sépare les sujets adultes (20 ans et plus) et immatures, on obtient les résultats suivants, en présentant les deux étapes successives de l'étude osseuse et de l'étude odontologique.

Pour la Butte Saint-Cyr, 20 sujets immatures (18%) et 89 adultes sont obtenus uniquement d'après les os ; après une rectification par l'étude dentaire, on obtient 34 sujets immatures (31%) et 75 adultes.

Pour la Sépulture 1, les os seuls donnent 12 sujets immatures (16%) et 61 adultes. L'étude dentaire permet d'ajouter 16 individus immatures soit 28 (38%) aux côtés de 43 adultes et 2 sujets inclassables dans une des deux grandes catégories d'âge.

Aux Varennes, 10 sujets immatures (33%) et 20 adultes et à la Fosse XIV, 10 sujets immatures (34%) et 19 adultes. Pour les deux derniers monuments, les études dentaires n'apportent pas de modifications.

Les taux de présence des sujets de moins de 20 ans dans les quatre monuments sont inférieurs à ceux que fourniraient des dépôts effectués au fur et à mesure des décès naturels d'une communauté. Ce manque de vestiges de sujets immatures peut être dû soit à un problème de conservation, soit à une ou des sélections de la part de la population "inhumante". Une analyse détaillée de la distribution des sujets immatures permettra de discuter ces manques en précisant les classes d'âges les plus touchées.

Les tableaux 27 et 28 donnent l'ensemble des estimations d'âge osseux des sujets immatures des quatre sépultures. L'estimation de l'âge au décès des populations archéologiques est déjà une question délicate quand on est en présence de sépultures individuelles dont tous les os sont attribuables à un individu. Le problème devient épineux quand on a plusieurs sujets déposés dont la très grande majorité des ossements sont disloqués : on effectue alors une estimation d'âge par pièce osseuse et non par individu.

Devant un grand nombre de données concernant l'âge au décès, il n'est pas possible d'effectuer une comparaison directe des données brutes. Sans avoir la prétention d'offrir une véritable étude paléodémographique, inaccessible pour ce type de gisement, une distribution par classes d'âge autorise une comparaison entre les quatre séries. De plus, l'utilisation des classes de la démographie historique permet de discuter de l'aspect naturel des distributions.

Pour répartir les enfants de façon cohérente, nous avons suivi le principe de conformité, mis au point par P. Sellier et utilisé de manière rigoureuse pour la première fois pour le tumulus de Courtesoult (Sellier 1996), après un travail pionnier de C. Simon (1983). Sans entrer dans les détails, précisons que ce principe consiste à répartir les enfants à cheval entre plusieurs classes d'âge de la manière la plus conforme possible aux données des tables types de mortalité, ici Ledermann (1969). Ces tables types sont le résultat d'études démographiques sur des centaines de tables de mortalité de populations récentes. Insistons sur le fait que la répartition de ces sujets "à cheval entre deux classes d'âge" ne peut pas se faire au hasard, car la mortalité des populations obéit à un certain nombre de règles sans lesquelles

Sépulture collective	Os	N° pièce	L max mm	Âge diaphysaire (Telkka <i>et al.</i> , Sempé)	Âge diaphysaire (Stloukal <i>et al.</i>)	Âge épiphysaire (Birkner)	Âge diaphysaire (Fazekas et Kosa revu par Sellier ; en mois lunaires)	Classe(s) d'âge (années révolues)	Observations	
Butte St-Cyr	Humérus	120	174	3,5-6	5-9 ans			5-9		
		1193	280	11-16	>14 ans	20-22 ans		20-24		
		1430				20-25 ans		20-24		
		1717				>14 ans	14-20 ans		10-14 ou 15-19	
		2259	105	0,75-1,75	1-2 ans				1-4	
		2281	147	2,5-4	3-6 ans				1-4 ou 5-9	
		2320	249	9-12,5	>13 ans	<25 ans			10-14 à 20-24	
		2456	134	1,75-3	2-5 ans				1-4	
		5496	83*	0,25-0,5	0,5-1 ans				0	
		5497	212	6-10	9-13 ans				5-9 ou 10-14	
		6150					18-25 ans		15-19 ou 20-24	
		1496+737	273	11-14,5	>14 ans	<25 ans			15-19 ou 20-24	
		2442+1830	275	11-15	>14 ans	<25 ans			15-19 ou 20-24	
	3559+5613	208	5,5-9,5	9-13 ans				5-9 ou 10-14		
	Radius	158	191	10-13,5	>14 ans				15-19	
		280	192*	10-13,5	>14 ans				15-19	
		1464	107	1,75-4	2,5-5 ans				1-4	
		2314	154	6-10	7-11 ans				5-9 ou 10-14	
		5622	44		0-6 mois			7,6-9	0	7,1-8,4 mois calendaires
		1768+2354	213	12,5-19	>14 ans	<20 ans			15-19	
		2814+3567q				16-20 ans			15-19	
		3459+3458	223	13-19		<20 ans			15-19	
		4a				14-20 ans			15-19	
		Fémur	1765	376	11-14,5	≥14 ans				10-14 ou 15-19
	754		369	10,5-14	≥14 ans				10-14 ou 15-19	
	1779+3735		325	6,5-11,5	11-15 ans				10-14	
	770		130	0,75-1,25	1-2 ans				1-4	
	2379		459			≤20 ans			15-19 ou 20-24	
	2707		200	2,25-4	3-6 ans				1-4 ou 5-9	
	2148		201	2,25-4	3-6 ans				1-4 ou 5-9	
	897		199	2,25-4	3-6 ans				1-4 ou 5-9	
	2348		135	0,75-1,25	1-2 ans				1-4	
3184	196		2-3,5	6-10 ans				5-9		
3798	385		11,5-19	≥14 ans	≤20 ans			10-14 à 20-24		
Tibia	3274+1823		169	2,25-4,5	4-7 ans				1-4 ou 5-9	
	2143+5767	204	4-6,5	6-10 ans				5-9		
	2790	287	8,5-13	>13 ans	<20 ans			10-14 ou 15-19		
	3003	176	3-5	4-8 ans				1-4 ou 5-9		
	3567g	165	2,25-4,5	3-7 ans				1-4 ou 5-9		
	746	142	1,5-3	2,5-5 ans				1-4		

Tableau 27 - Val-de-Reuil "La Butte Saint-Cyr" : estimation des âges osseux individuels et des classes d'âge pour les os longs des immatures des 4 monuments. * = mesures approximatives pour des raisons de conservation de l'os.

ces populations ne se renouvelleraient pas. Les plus importantes sont :

- l'assimilation à une population stationnaire (taux de natalité = taux de mortalité), hypothèse indispensable car nous n'avons aucune idée des flux de population. Étant donné le temps d'utilisation très long des monuments, et en particulier celui de la Butte Saint-Cyr, cette hypothèse semble recevable (Masset 1975a et b) ;
- l'application, pour ces populations du Néolithique, d'un schéma de mortalité archaïque (Masset 1975 a et b) ;
- les plus forts quotients de mortalité doivent être ceux des deux premières classes d'âge (Masset 1975 a et b) ;

- le rapport des décès de la classe 5-9 ans sur ceux de la classe 10-14 ans doit se situer entre 2 et 3, plus près de 3 (Masset 1975).

Une fois que sont répartis les décès d'enfants en conformité maximum avec les tables de mortalité, nous pourrions discuter des anomalies constatées à la lecture de la courbe de mortalité.

La distribution par âge des sujets immatures part donc des données brutes tenant compte des fourchettes d'incertitude des différentes méthodes (tabl. 27 et 28). La seconde étape consiste

Sépulture collective	Os	N° pièce	L max mm	Âge diaphysaire (Telkka <i>et al.</i> , Sempé)	Âge diaphysaire (Stloukal <i>et al.</i>)	Âge épiphysaire (Birkner)	Âge diaphysaire (Fazekas et Kosa revu par Sellier ; en mois lunaires)	Classe(s) d'âge (années révolues)	Observations
Sép. 1	Humérus	Db-238	212	6-10	9-13 ans			5-9 ou 10-14	
		Db-1258	164*	3-5	4-8 ans			1-4 ou 5-9	
		Db-1285+D9-31	116	1-2,25	1,5-3 ans			1-4	
	Radius	E13-561	122	3-5,5	4-7 ans			1-4 ou 5-9	
		E13-201+Db-256	244		>14 ans	<16 ans		15-19 ou 20-24	
	Fémur	Db-260+Db-159	252	48-72 mois	6-10 ans			5-9	
		E8-159	146	12-21 mois	1-3 ans			1-4	
		F14-705	323	6,5-9,5 ans	11-15 ans			10-14	
		Db-173	190	21-42 mois	2,5-6 ans			1-4 ou 5-9	
	Tibia	F15-149	301	9,5-14	>14 ans	16-19 ans		15-19	
		F13-929	105	0,75-1,75	1-2 ans			1-4	
		E14-343	168	2,5-4	3-7 ans			1-4 ou 5-9	
		2306	301	9,5-14	>14 ans	16-19 ans		15-19	
		2307	150	1,75-3,5	2,5-6 ans			1-4 ou 5-9	
	F15-30	58*		0-0,5 ans		8,3-9,9	0	7,8-9,2 mois calendaires	
	F14-945	62		0-0,5 ans		9-10,6	0	8,4-9,9 mois calendaires	
Fosse XIV	Humérus	P18-59	67		0-0,5 ans		9,9-11,5	0	9,2-10,8 mois calendaires
	Fémur	O20-44	270	4,5-7	8-12 ans			5-9 ou 10-14	
		Q15-55	241	3,5-5,5	5-9 ans			5-9	
		M25-32	72		0-0,5 ans		9,3-11	0	8,7-10,2 mois calendaires
	M25-33	74		0-0,5 ans		9,6-11,3	0	8,9-10,6 mois calendaires	
Varennnes	Humérus	487	67*				9,9-11,5		9,2-10,8 mois calendaires
		973	189	4,5-6,5					
		691	166,5	3,5-5,5	6-10 ans			5-9	
		4022	140*	2-3	4-8 ans			1-4 ou 5-9	
	Radius	138	110	2,25-4	2,5-5 ans			1-4	
		4006	103	2-3,5	2,5-5 ans			1-4	
	Fémur	600-3151	126*	0,5-1,25					
		702	322*	6,5-11,5	11-15 ans			10-14	
		1040	262*	4,5-6,5	7-10 ans			5-9	
	Tibia	1160	263	7,5-12	12-14 ans			10-14	
		1658	160	2,25-4	4-6 ans			1-4 ou 5-9	
		3138	97*	0,5-1,25	12 mois			1-4	
		614-1134	197	4-6	6-9 ans			5-9	
	811	214,5	4,5-7	7-11 ans			5-9 ou 10-14		
	1630	151,5	2-3,5	1-4 ans			1-4		

Tableau 28 - Porte-Joie "Sépulture 1" et "Fosse XIV", Val-de-Reuil "Les Varennnes" : estimation des âges osseux individuels et des classes d'âge pour les os longs des immatures des 4 monuments. * = mesures approximatives pour des raisons de conservation de l'os.

en une répartition dans les différentes classes d'âge de la démographie historique avec les sujets à cheval entre les classes. Ces derniers sont ensuite "ventilés" selon le principe de conformité maximale à une mortalité naturelle ce qui permet le calcul des quotients de mortalité par rapport au Nombre Minimum d'Individus du monument considéré. Les courbes des quotients de mortalité pour ces immatures sont reportées sur les courbes tracées à partir des tables de mortalité de Ledermann (1969),

en portant pour chaque quotient le maximum et le minimum donnés par les tables (fig. 158). Pour répondre au schéma de mortalité archaïque, nous avons ensuite réparti les adultes au *pro rata* de la table de mortalité d'espérance de vie à 20 ans de Ledermann (1969), ce qui permet de construire une table de mortalité complète et une courbe des quotients de mortalité (fig. 158) ; il faut cependant noter que les seuls quotients véritablement issus d'estimations d'âges au décès sont ceux des sujets

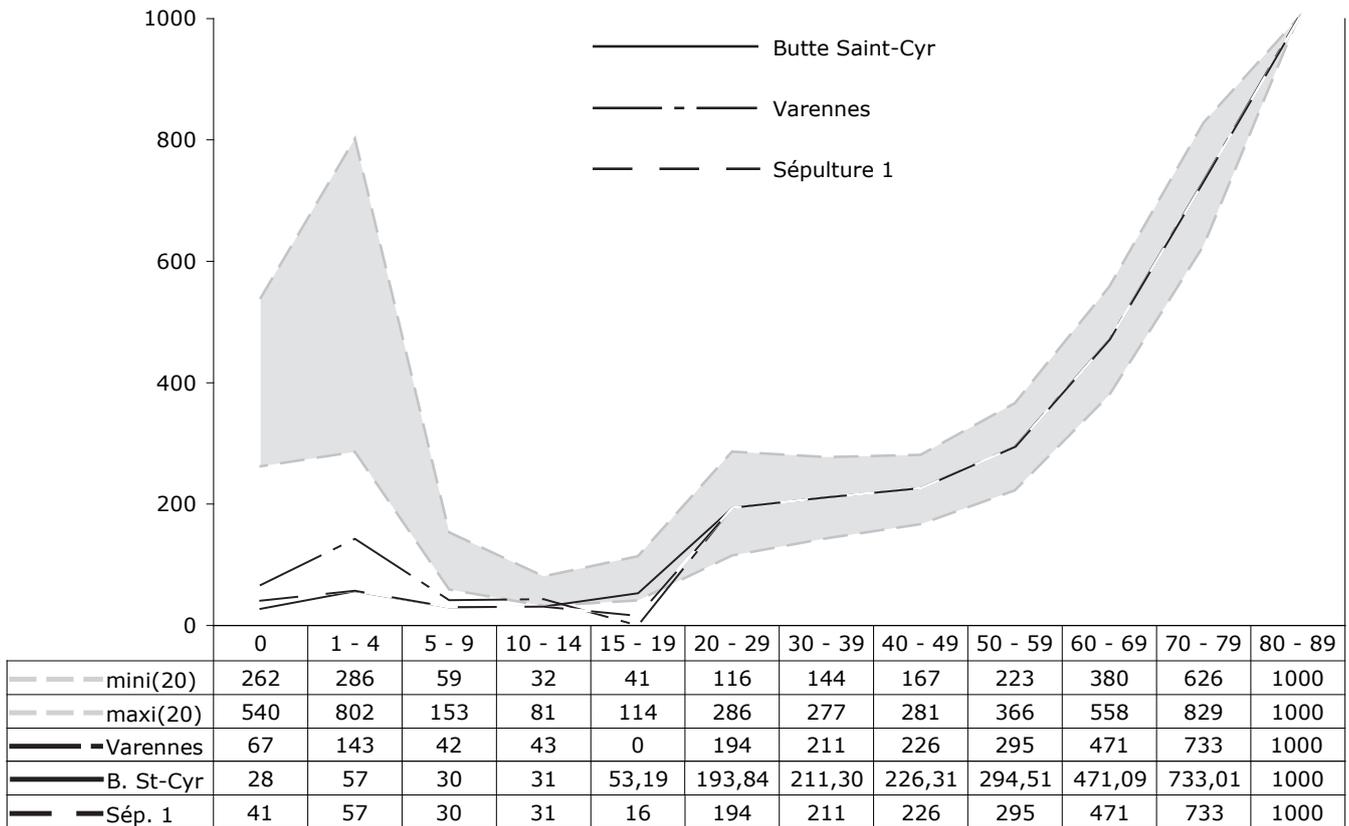


Figure 158 - Tableaux et courbes des quotients de mortalité des sépultures collectives de Val-de-Reuil et Porte-Joie : comparaison avec les quotients maximums et minimums donnés par les tables type de Ledermann (1969), espérance de vie à 20 ans ; les quotients des adultes à partir de 20 ans sont donnés par les tables type au prorata du NMI.

de moins de 20 ans, une estimation de l'âge osseux des adultes n'était pas envisageable. Une espérance de vie de 20 ans reflète des conditions de vie extrêmement difficiles et une survie de la population à la limite du possible.

Nous constatons que, malgré une répartition la plus conforme possible à une mortalité naturelle¹, les deux premiers quotients de mortalité sont très en dessous des minima des quotients théoriques. Si nous considérons des espérances de vie plus fortes, de l'ordre de 25 et 30 ans à la naissance², avec des quotients de mortalité des deux premières classes beaucoup plus faibles, nous sommes encore loin du quotient de mortalité des deux premières classes d'âge et ce pour les trois monuments de manière tout à fait comparable.

La question du déficit des jeunes enfants (fig. 158 et 159)

Nous avons donc un véritable déficit des enfants de moins de 5 ans dans ces monuments, ce qui signifie probablement une sélection par âge des défunts déposés dans ces caveaux. Après de nombreux débats, l'on s'accorde maintenant pour penser que la conservation des os d'enfants ne peut pas être à l'origine d'un tel déficit. Quand les os des adultes sont bien conservés, ceux des enfants le sont aussi. Ceci est confirmé dans la Boucle du

¹ À partir des données des tables types, construites elles mêmes à partir de populations réelles, donc naturelles.

² Mais nous nous éloignons du cadre de population archaïque.

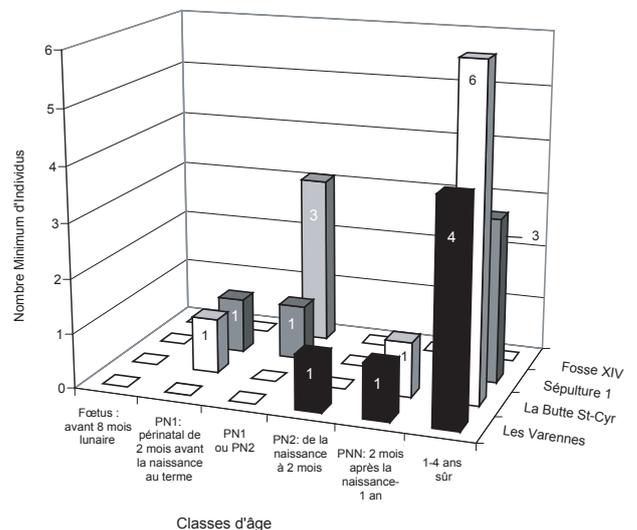


Figure 159 - NMI des enfants de moins de 5 ans dans les sépultures collectives de Val-de-Reuil et Porte-Joie.

Vaudreuil où, quand les os de sujets périnataux et de nourrissons sont conservés, ils sont en bon état, voire en excellent état, que ce soit pour les périodes historiques ou préhistoriques (Guillon 1997). Pour les deux périodes, la grave alluviale est le sédiment contenant les os. Nous avons fait la même constatation pour le cimetière médiéval et moderne de Saint-Ayoul à Provins (Seine-et-Marne), où le sédiment est argileux : les sépultures de tout-petits constituent la grande majorité des tombes fouillées et les

os sont en excellent état, comme ceux des adolescents et des adultes (Guillon *et al.* 2001, 2002).

Il existe donc un biais irréductible dans la distribution des enfants, donc un véritable manque de squelettes de très jeunes enfants et de nourrissons (voire de fœtus) ; de plus, ce déficit ne peut pas être un problème de méthode de fouille. Il s'agit donc d'un choix intentionnel de la part de la communauté vivante, c'est-à-dire un choix de sélection par âge.

À ce stade, il est intéressant de considérer une classe particulière, celle des sujets morts avant d'avoir atteint leur premier anniversaire, la classe "0", dont l'effectif rend compte de la mortalité infantile. Celle-ci recouvre plusieurs phénomènes : les décès avant le terme (mort-nés ou fausse couche), la mortalité néo-natale (entre la naissance et la fin du premier mois lunaire soit 0-27 jours), et enfin la mortalité post-néonatale entre 28 jours et 11 mois révolus (le premier anniversaire n'est donc pas atteint). Si de nos jours cette mortalité infantile revêt une importance particulière par les traumatismes qu'elle provoque, le corps du tout-petit défunt pouvait faire l'objet de pratiques très contrastées suivant les contextes chronologiques et culturels : par exemple, si, durant l'Antiquité, ces défunts sont complètement exclus des rituels généralement mis en oeuvre pour le reste de la communauté, on a pu montrer qu'ils pouvaient être traités avec un grand respect au Moyen Âge et au début de l'Époque moderne (Guillon *et al.* 2001, 2002). Il ne s'agit pas d'extrapoler ici, mais la question de l'enfance est si mal connue pour la Préhistoire et la Protohistoire qu'il semble important de tirer un maximum d'informations des documents qui nous parviennent.

Concernant la mortalité infantile, la Butte Saint-Cyr n'a livré qu'un vestige, le radius d'un fœtus (tabl. 27) décédé entre 7,6 et 9 mois lunaires (soit au plus 28 jours avant le terme) ; la Sépulture 1 a livré les restes de deux sujets décédés autour du terme (8,3-10 mois lunaires et 9-10,6 mois lunaires), la Fosse XIV livre 3 sujets décédés juste autour du terme (les 3 décédés entre 9,3 et 11,5 mois lunaires) ; la sépulture des Varennes livre un sujet décédé aussi autour du terme (10-11,5 mois lunaires). Le fait remarquable ici est que tous les décès de la classe des moins de 1 an (classe 0) concernent des sujets entre 2 mois lunaires avant le terme et 2 mois lunaires après. Si, comme nous l'avons proposé ailleurs (Castex *et al.* 1996), nous élargissons la mortalité périnatale jusqu'à deux mois après la naissance, la majorité des décès de la classe 0 de ces sépultures collectives (soit 7 cas sur 9) entrent dans cette catégorie. Nous l'avons divisée en deux sous-classes : PN1 (périnatal 1, de 2 mois avant la naissance au terme) et PN2 (de la naissance à 2 mois). C'est ce que montre l'histogramme de la fig. 159. La première remarque à faire est qu'un Khi-deux ne montre pas de différence significative entre les monuments, ce qui n'a rien de surprenant, étant donné la taille de l'échantillon. Cependant, l'on peut constater que celui des Varennes n'a pas livré de restes de sujets décédés avant le terme (*stricto sensu* 10 mois lunaires), alors que les trois autres monuments en ont livré entre 1 et 3. Il est évidemment impossible de savoir si les petits corps ont été apportés séparément dans le caveau, s'il s'agit d'un décès de la mère avant l'accouchement ou d'un décès simultané de la mère et de l'enfant. Mais le fait que la totalité des tout-petits soient morts avant d'atteindre 2 mois va dans le sens des deux dernières hypothèses.

En valeurs absolues les quatre monuments ont reçu 1 à 3 sujets de la classe 0 et tous ces petits sont décédés pendant la période périnatale. En d'autres termes, il n'y a pas de sujets déposés âgés entre 2 mois et 12 mois, alors que la mortalité est très forte pendant cette période, dans toutes les populations sans exception jusqu'au XVIII^e siècle. En fonction du N.M.I. le quotient de mortalité obtenu avec 1 à 3 sujets de la classe 0 n'aura évidemment pas la même valeur ; ceci est bien illustré avec la sépulture des Varennes qui avec un seul décès infantile est la plus proche d'une mortalité naturelle pour la classe 0, alors que la Butte Saint-Cyr et la Sépulture 1 en sont loin avec respectivement 1 et 2 décès pour les moins de 1 an. Il faut donc aller plus loin que la seule considération des quotients de mortalité par classes de la démographie historique et subdiviser comme nous l'avons proposé la classe des moins de un an, ce qui a permis de montrer qu'il y a effectivement un déficit des sujets de cette classe mais surtout que les quelques rares individus présents âgés de moins de 1 an sont tous décédés autour de la naissance.

Ce phénomène est-il observé dans d'autres sépultures collectives du Néolithique récent et final ?

À Bardouville (45 adultes ; 30 sujets immatures), la classe 0 est une des mieux représentées dans la littérature avec 4 sujets dont 1 attribuable à la période périnatale (Bocquentin 1998). À Sanguinouse (23 adultes et 28 sujets immatures), la classe 0 n'est représentée que par un sujet décédé en période périnatale (Sauzade & Duday 1983). La grotte du Queroy (Charente, 45 adultes et 13 sujets immatures) a livré deux petits de la classe 0, tous deux attribuables à la période périnatale (Detante 2001 ; Gomez de Soto & Laporte 1990). La grotte du Laris Goguet (Oise, 70 adultes et 40 sujets immatures) a reçu trois sujets de la classe 0, tous décédés avant 2 mois (Bendezu-Sarmiento 1999). Aulnay-aux-Planches et Presles (Marne et Val d'Oise, respectivement 31 et 34 adultes pour 22 et 6 sujets immatures) n'ont livré aucun sujet de la classe 0 (Valentin-Dupré 1991). Brueil-en-Vexin (Yvelines, 100 adultes et 43 sujets immatures) a livré les restes de 5 petits de la classe 0 dont 1 décédé entre la naissance et 3 mois (Gatto 1998) ; le quotient de mortalité obtenu pour cette classe (57‰) est 4 fois inférieur aux plus faibles quotients (223‰, Ledermann 1969) observés pour des populations avec une espérance de vie à la naissance de 25 ans. Pour les décès à partir de 1 an révolu, la série de Brueil se conforme à une mortalité naturelle, ce qui rend plus significatif encore le déficit des sujets de moins de 1 an. Pour la sépulture mégalithique de Villevieille fouillée par G. Sauzade en 1975 (Demandolx, Alpes de Haute-Provence), J. Michel (2001) obtient un N.M.I. de 38 pour les adultes et 42 pour les sujets immatures ; la classe 0 ne comprend qu'un sujet décédé loin de la période périnatale, entre 7 et 11 mois ; par ailleurs, elle met en évidence la présence de nombreux enfants décédés entre 5 et 14 ans. Buno-Bonnevaux (Essonne, 13 adultes et 6 sujets immatures) a livré un ou deux sujets de la classe 0 (en fonction de la fourchette d'incertitude à 2 sigmas) dont un décès entre 0 et 3 mois (Hardouin 1954 ; Senée 1991 ; Pariat 2000 ; Pariat & Senée 2005). La sépulture collective de Can Pey (Montferrer, Pyrénées-Orientales) a livré 52 adultes et 12 sujets immatures (Chaddaoui 1994) ; il n'y a qu'un sujet de moins de 1 an, décédé juste après le terme (entre 10 et 11 mois lunaires) ; à partir de 5 ans pour cette série les quotients de mortalité sont confor-

	nombre d'individus		âge			sexe coxal			sexe métatarsiens		
	NMI fréquence	NMI amélioré par exclusion	sujets immatures	adulte > 20 ans	immatures / adultes	N étudiés	H	F	N étudiés	H	F
Varenes	25	30	10	20	0,50	10	6	4	10	5	5
Butte St-Cyr	83	109	34	75	0,45	44	18	12	31	12	19
Sépulture 1	65	73	29	44	0,66	8	1	4	20	8	12
Fosse XIV	27	27	10	17	0,59	0			9	5	4

Tableau 29 - Tableau résumé des données biologiques.

mes aux quotients les plus bas d'une mortalité naturelle. Le site d'Eybral (Coux-et-Bigarroque, Dordogne) a livré 39 adultes et 25 sujets immatures (Ben-Ncer 1991) ; il n'y a qu'un très jeune enfant décédé entre 8 et 16 mois, donc loin de la période périnatale ; c'est le seul représentant des moins de 5 ans ; ensuite la mortalité à partir de 5 ans est conforme aux résultats des populations naturelles à faible espérance de vie.

P. Chambon (2003) a vu (ou revu) un certain nombre de collections issues de sépultures collectives ; si les effectifs précis de la classe 0 ne sont pas précisés, le nombre de sujets périnataux l'est en général. La série de l'hypogée de Grillon-Le Capitaine se compose de 98 adultes pour 37 sujets immatures dont un seul sujet décédé en période périnatale (Mahieu 1984 ; Chambon 2003:228). L'allée couverte de Mauny (Seine-Maritime) a livré 74 adultes et 37 sujets immatures dont 6 décédés en période périnatale (Verron 1979, 1981, 1990 ; Chambon 2003:235). Le site de la Pierre Virante (Vendée) se compose de deux entités architecturales (Joussaume & Gruet 1977) : l'aire triangulaire comprenant 20 adultes et 9 sujets immatures dont un décédé en période périnatale ; la chambre ouest avec 20 adultes et 11 sujets immatures dont 2 individus périnataux (Chambon 2003).

Quelle que soit la dimension des séries, avec des N.M.I. allant de moins de 20 sujets à bien plus de 100, ces sites ont livré au maximum trois sujets décédés en période périnatale. Les quotients de mortalité de la classe 0 sont toujours très inférieurs à ceux observés dans un contexte de mortalité naturelle.

Plusieurs des auteurs cités ci-dessus s'accordent pour penser que les enfants en bas âge ont été inhumés en un autre lieu que le caveau collectif et que leur déficit ne saurait être dû à la conservation. Nous les rejoignons dans cette opinion ; en effet, quand les os de tout-petits sont présents, ils sont en excellent état. De plus, dans de nombreux cas, les N.M.I. des classes de plus de 4 ans se conforment à une mortalité naturelle.

Les quatre sépultures de Val-de-Reuil et Porte-Joie montrent donc aussi un déficit des enfants de moins de 5 ans et plus particulièrement des moins de 1 an (classe 0). Au sein de cette catégorie d'âge, la présence des sujets appartenant à la classe des moins de 2 mois représentent la totalité des décès de cette classe 0 ; ceci exprimant soit le fait que les défunts décédés en période périnatale (plusieurs d'entre eux très probablement mort-nés) ont "accès" au caveau collectif comme le reste de la communauté, soit un phénomène de décès de femmes enceintes ou pendant l'accouchement, en même temps que le bébé, avec un dépôt simultané de la mère et du bébé.

Si la première hypothèse était la bonne, les monuments auraient alors accueilli les décès de moins de 2 mois et auraient exclu les sujets de 2 à 12 mois, ce qui semble une démarche difficilement explicable, à moins que ces tout petits morts n'accèdent au caveau avec leur mère. Le fait que de très nombreuses sépultures collectives livrent 1 ou 2 sujets décédés en période périnatale, et qu'ils sont presque systématiquement les seuls représentants de la classe des moins de 1 an corrobore cette deuxième hypothèse. Lorsque l'on considère ensuite que la classe des sujets de 1 à 4 ans est elle aussi nettement sous-représentée, il est pertinent de penser que les petits enfants ont reçu un autre lieu de sépulture que le caveau collectif.

Répartition par sexe

À partir des études morphologiques sur l'os coxal des sujets adultes, des estimations du sexe ont pu être effectuées (tabl. 29). Cependant, le nombre de bassins étudiés est faible devant les N.M.I.

À partir de la diagnose sexuelle effectuée sur l'os coxal, les trois séries abordées n'offrent pas un sexe ratio identique. La différence est en faveur des hommes pour les Varenes (6 pour 4 femmes) et la Butte Saint-Cyr (18 pour 12 femmes) et en faveur des femmes pour la Sépulture 1 (4 pour 1 homme).

La méthode métrique sur les os des pieds donnent des résultats portant sur davantage de sujets mais qui sont beaucoup moins fiables ; l'on obtient 8 hommes et 12 femmes dans la Sépulture 1, 5 hommes et 4 femmes dans la Fosse XIV, 5 hommes et 5 femmes aux Varenes et enfin 12 hommes et 19 femmes à la Butte Saint-Cyr.

Après avoir effectué un test de Khi2 à partir des résultats sur les bassins et les petits os, il apparaît qu'aucune des sépultures collectives de la Boucle du Vaudreuil n'a été l'objet d'un recrutement sélectif par rapport au sexe. Ces résultats doivent être tempérés car il ne s'agit que d'un petit échantillon étudié par rapport à la population inhumée.

La fiabilité d'une diagnose sexuelle secondaire sur les métatarsiens est faible. Il ne s'agit pas de comparer les résultats entre os coxaux et os des pieds, la fiabilité sur le bassin dépassant 90% et, de plus, il est impossible de savoir si les observations ont été faites sur les mêmes sujets, étant donné l'état disloqué des vestiges. Il s'agit de rechercher d'éventuelles anomalies dans le sexe ratio et d'analyser les résultats séparément, puisqu'une des problématiques est d'utiliser les résultats sur les petits os pour alimenter le raisonnement sur le fonctionnement des caveaux. Il n'y a donc pas d'anomalies

statistiquement significatives, ce qui est fortement lié à la taille de l'échantillon. Ce résultat sera pris en considération au moment d'interpréter d'éventuelles différences de robustesse entre les séries osseuses, et ce n'est pas le moindre de son intérêt.

Les caractères discrets

Comme nous l'avons vu précédemment, l'intérêt principal de l'étude des caractères discrets est son apport à l'analyse de la variabilité des populations. Les facteurs de transmission des caractères discrets sont multiples et ne sont pas toujours bien connus. L'ensemble de ces caractères peut donc surtout être utilisé comme argument à l'homogénéité ou l'hétérogénéité dans le recrutement des différentes sépultures collectives voisines, souvent sans présager des causes de cette variabilité (aussi bien des facteurs génétiques que des facteurs liés à l'environnement ou au mode de vie). Nous décrivons un certain nombre de caractères en détaillant les résultats obtenus dans les séries étudiées. Le choix de ces caractères est dicté par la littérature mais aussi par leur représentation dans les 4 séries.

Ajoutons par précaution que certains caractères discrets, tels que les insertions musculaires en creux, sont souvent considérés comme lié au mode de vie, voire strictement sous déterminisme fonctionnel ou même d'origine pathologique.

Les caractères discrets dentaires

La prise en compte de la totalité des caractères se heurte à certains obstacles statistiques. Certains caractères dentaires, tels que la morphologie en pelle, ont des formes quasi continues. D'autres, tels que le tubercule dentaire et le tubercule de Carabelli, prennent différentes formes. Certains caractères affectent plusieurs dents différentes : pour l'absence d'hypocone, la deuxième molaire supérieure a été sélectionnée, la troisième molaire étant trop variable ; le métaconule a été évalué seulement par dent et par côté pour les première et deuxième molaire supérieures. D'autres sont extrêmement rares et ne sont pas significatifs dans une population de quelques centaines d'individus (c'est le cas de l'absence du métacone). Enfin, le parastyle n'a quasiment jamais été observé (1 cas dans la Sépulture 1).

Au total, seuls 11 caractères ont pu être conservés, une douzième catégorie permettant de regrouper le même, observé sur des dents différentes.

Les résultats obtenus sur les séries étudiées avec les caractères les mieux documentés dans la littérature (tabl. 30) sont détaillés et commentés ici.

Sillon corono-syndesmo radulaire :

Il s'agit d'un sillon parcourant la face linguale des incisives supérieures, traversant le cingulum³, et parfois se poursuivant sur la racine de la dent (Turner *et al.* 1991:16). Le mode de transmission n'est pas connu. Tout ce que l'on sait, c'est que le caractère semblerait être génétiquement lié au tubercule dentaire (Turner *et al.* 1991:16). L'équipe de l'ASU (Ari-

zona State University) émet de sérieuses réserves sur l'utilisation de cette particularité pour caractériser les populations, spécialement chez les immatures (Turner *et al.* 1991:16). Les trois séries présentent des taux très comparables.

Absence du métacone :

Le métacone est une cuspidé tout à fait normale, en position disto-vestibulaire sur les molaires supérieures. Son absence est très rare (Turner *et al.* 1991:18), les trois séries ne font pas exception (un unique cas d'absence à la Sépulture 1).

Absence d'hypocone :

L'hypocone est aussi une cuspidé tout à fait normale, en position disto-linguale sur les deux premières molaires supérieures. L'héritabilité pour la présence de cette cuspidé n'est pas la même pour les deux dents. Pour la première molaire, c'est un gène majeur à allèle dominant qui gouvernerait le caractère, alors que pour la seconde il faut envisager le modèle polygénique avec une faible transmissibilité. Les degrés d'expression élevés (qui ne se manifestent que rarement), seraient plutôt influencés par un gène majeur avec allèle récessif (Nichol 1989:54). Cette absence d'hypocone a été observée dans 23% des cas à la Butte Saint-Cyr, 15% dans la Sépulture 1 et 8% dans les Varennes. La majorité de ces absences a été observée sur des sujets immatures. Par exemple à la Butte Saint-Cyr, pour les M1, toutes les absences concernent des enfants et pour les M2 majoritairement des adultes jeunes.

Métaconule :

Le métaconule est une cuspidé supplémentaire située entre le métacone et l'hypocone des molaires supérieures (Harris & Bailit 1980:349), il se rencontre plus fréquemment chez les femmes, et de manière plus prononcée (Harris *et al.* 1980:352). Le métaconule est héréditaire à 65% sur les premières molaires supérieures et 15% sur les deuxièmes (Harris & Bailit 1980:349). Il semble difficile de trancher sur le caractère discontinu ou quasi-continu du métaconule. Ce que l'on peut dire, c'est qu'il est héréditaire, soit polygénique, avec une transmissibilité de 51%, soit gouverné par un gène majeur à allèle dominant (Nichol 1989:54). La Butte Saint-Cyr a le taux le plus faible que ce soit pour les molaires supérieures (11%) ou inférieures (1%). La Sépulture 1 et les Varennes ont des taux de présence de ce caractère plus importants, avec, de la même manière, un taux beaucoup plus fort pour les dents supérieures (respectivement 30 et 40%).

Extension interradiculaire de l'émail dentaire :

Envahissement de l'espace interradiculaire par l'émail de la couronne des molaires et prémolaires supérieures ou, plus généralement, des dents pluriradiculées (Hillson 1996:97). La dent la plus souvent touchée est la première molaire (Turner *et al.* 1991:19). Selon Sauter (1967), on pourrait avancer l'hypothèse que ce caractère est gouverné par un gène majeur à allèle récessif. L'expression maximum (degré 3) correspondrait aux individus homozygotes pour l'allèle récessif, l'expression intermédiaire (degré 2) correspondrait aux individus hétérozygotes, les expressions minimales (degrés 0 et 1) correspondraient aux individus homozygotes pour l'allèle ne codant pas l'extension de l'émail (Sauter & Moeshler 1967 : tabl. 4). Seules les premières molaires ont été étudiées ici. À la Butte Saint-Cyr, aucune n'est affectée ; les Varennes et la Sépulture 1 présentent le même taux, 27%.

Tubercule de Bolk :

Ce tubercule se rencontre sur la face vestibulaire du protoconide (cuspidé mésiovestibulaire) (Turner *et al.* 1991). Certains auteurs le nomment

³ Petit sillon dans l'émail situé juste à la base de la couronne et s'étendant sur une ou plusieurs faces (Hershkovitz 1971:139).

Caractère discret dentaire	observations	dent	Sépulture 1	Butte Saint-Cyr	Les Varennes	Total
sillon corono-syndesmo-radulaire	non observables	11+12+21+22+51+52+61+62	22	52	4	78
	sillon méso-lingual	11+12+21+22+51+52+61+62	3	11	3	17
	sillon sur la partie médiane du cingulum	11+12+21+22+51+52+61+62	9	17	2	28
	sillon disto-lingual	11+12+21+22+51+52+61+62	0	9	1	10
	absents	11+12+21+22+51+52+61+62	46	124	21	191
	total observés	11+12+21+22+51+52+61+62	58	161	27	246
	% absents	11+12+21+22+51+52+61+62	79,3%	77,0%	77,8%	77,6%
% présents	11+12+21+22+51+52+61+62	20,7%	17,4%	18,5%	22,4%	
absence du métacone	non observables	16+17+18+26+27+28+64+65+54+55	6	6	0	12
	présents	16+17+18+26+27+28+64+65+54+55	98	275	47	420
	absents	16+17+18+26+27+28+64+65+54+55	1	0	0	1
	total observés	16+17+18+26+27+28+64+65+54+55	99	275	47	421
	% absents	16+17+18+26+27+28+64+65+54+55	1,0%	0,0%	0,0%	0,2%
% présents	16+17+18+26+27+28+64+65+54+55	99,0%	100,0%	100,0%	99,8%	
absence d'hypocone	non observables	17+27	2	9	0	11
	présents	17+27	17	53	12	82
	absents	17+27	3	16	1	20
	total observés	17+27	20	69	13	102
	% absents	17+27	15,0%	23,2%	7,7%	19,6%
% présents	17+27	85,0%	76,8%	92,3%	80,4%	
métaconule sur 2ème molaire supérieure droite	non observables	17	2	7	0	9
	présents	17	3	5	1	9
	absents	17	6	24	5	35
	total observés	17	9	29	6	44
	% absents	17	66,7%	82,8%	83,3%	79,5%
% présents	17	33,3%	17,2%	16,7%	20,5%	
métaconule sur 1ère molaire supérieure droite	non observables	16	8	8	1	17
	présents	16	7	4	2	13
	absents	16	17	42	5	64
	total observés	16	24	46	7	77
	% absents	16	70,8%	91,3%	71,4%	83,1%
% présents	16	29,2%	8,7%	28,6%	16,9%	
métaconule sur 2ème molaire gauche	non observables	27	2	5	0	7
	présents	27	2	5	4	11
	absents	27	7	32	3	42
	total observés	27	9	37	7	53
	% absents	27	77,8%	86,5%	42,9%	79,2%
% présents	27	22,2%	13,5%	57,1%	20,8%	
métaconule sur 1ère molaire supérieure gauche	non observables	26	6	8	0	14
	présents	26	5	4	5	14
	absents	26	9	42	5	56
	total observés	26	14	46	10	70
	% absents	26	64,3%	91,3%	50,0%	80,0%
% présents	26	35,7%	8,7%	50,0%	20,0%	
métaconule sur 1ères et 2èmes molaires supérieures	non observables	16+17+26+27	18	28	1	47
	présents	16+17+26+27	17	18	12	47
	absents	16+17+26+27	39	140	18	197
	total observés	16+17+26+27	56	158	30	244
	% absents	16+17+26+27	69,6%	88,6%	60,0%	80,7%
% présents	16+17+26+27	30,4%	11,4%	40,0%	19,3%	
extension interradiculaire de l'émail dentaire (1ères molaires sup seulement)	non observables	16+26	20	35	3	58
	présents	16+26	9	0	4	13
	absents	16+26	24	73	11	108
	total observés	16+26	33	73	15	121
	% absents	16+26	72,7%	100,0%	73,3%	89,3%
% présents	16+26	27,3%	0,0%	26,7%	10,7%	
tubercule de Bolk sur 3èmes molaires inférieures	non observables	38+48	5	9	0	14
	présents	38+48	9	1	5	15
	absents	38+48	39	70	9	118
	total observés	38+48	48	71	14	133
	% absents	38+48	81,3%	98,6%	64,3%	88,7%
% présents	38+48	18,8%	1,4%	35,7%	11,3%	
métaconulide sur 1ères molaires inférieures	non observables	36+46	13	8	4	25
	présents	36+46	2	1	1	4
	absents	36+46	67	105	23	195
	total observés	36+46	69	106	24	199
	% absents	36+46	97,1%	99,1%	95,8%	98,0%
% présents	36+46	2,9%	0,9%	4,2%	2,0%	
crête distale accessoire (canines inférieures)	non observables	33+43	26	16	4	46
	présents	33+43	2	5	5	12
	absents	33+43	35	88	15	138
	total observés	33+43	37	93	20	150
	% absents	33+43	94,6%	94,6%	75,0%	92,0%
% présents	33+43	5,4%	5,4%	25,0%	8,0%	

Tableau 30 - Caractères discrets dentaires exploitables : n'ont été conservés ici que les CD présentant un caractère discontinu (par exemple, sont exclues les incisives en pelle) et offrant un nombre suffisant d'observations ; la colonne dents indique le type de dents observées.

protostylid (Mayhall 1992:68). On le rencontre généralement sur les molaires inférieures permanentes, plus fréquemment sur les troisièmes molaires. Le caractère est peut-être gouverné par un gène majeur à allèle dominant, en tous cas son expression est extrêmement sensible aux facteurs environnementaux (Nichol 1989:55). Ce caractère est très sous-représenté à la Butte Saint-Cyr comme sur le site de Sublaines (1,8%). La moyenne du Néolithique français est de 11% (Cordier *et al.* 1972). La Sépulture 1 et les Varennes sont au-dessus de ce taux (respectivement 19 et 36%). On décèle ici une hétérogénéité entre les trois séries.

Métaconulide :

Ou *tuberculum intermedium*, se rencontre sur le sillon lingual des molaires inférieures permanentes, entre le métaconide et l'entoconide (Turner *et al.* 1991:24). On le rencontre le plus souvent sur la première molaire. Le caractère est gouverné par un gène majeur à allèle dominant (Nichol 1989:55). Il est très peu présent sur nos séries avec des taux entre 1 et 4%.

Crête distale accessoire :

Sillon additionnel, partant du *cingulum* sur la face linguale, et reliant le bord distal de la couronne des canines. Pour les canines inférieures, la crête distale présente le plus fort dimorphisme sexuel de la dentition humaine (Turner *et al.* 1991:17).

Le tableau 30 présente les fréquences obtenues pour l'ensemble des caractères discrets dentaires considérés 1 par 1. Le tableau 36 (en bas) réunit un certain nombre de caractères afin d'offrir une lecture plus globale.

Lorsque des différences importantes sont notées, elles concernent surtout des caractères dont le déterminisme génétique est possible ou reconnu, ou comme étant lié à un autre paramètre (notamment l'âge). Rappelons que la Fosse XIV n'a pas pu être étudiée pour les caractères dentaires. D'une manière générale, l'analyse des caractères discrets dentaires met en évidence une faible homogénéité des trois populations. L'on remarque cependant que la Sépulture 1 et les Varennes présentent systématiquement des taux proches et plus élevés que la Butte Saint-Cyr. Nous verrons que ce rapprochement morphologique entre les Varennes et la Sépulture 1 sera confirmé par les analyses en composantes multiples (ACM).

Les caractères discrets osseux

La tête osseuse

Seules les pièces de la Butte Saint-Cyr offrent une conservation satisfaisante du bloc crânio-facial et il n'a donc pas été possible d'effectuer de travaux à partir de cette partie de la tête ; en revanche, la mandibule est mieux conservée pour l'ensemble des séries et les observations des caractères sont parfois possibles, quoique de manière très inégale. De plus, cet os présente à lui seul de nombreux caractères morphologiques, parmi lesquels la littérature (notamment Hauser & De Stefano 1989) s'accorde sur un déterminisme génétique.

Le codage des caractères pairs de la mandibule a été effectué selon la méthode de Castex et Courtaud (notée PC dans les tableaux). Nous n'avons pas différencié les os droits des gauches dans les observations et les tests ; nous avons observé chaque os dans son ensemble.

Les caractères retenus sont les suivants (tabl. 31) :

- Surface condyloïde bipartite (n°57) ;
- Tubercule épicondyloïde interne (n°58) ;
- Tubercule épicondyloïde externe (n°59) ;
- Foramen mentonnier bipartite (n°60) ;
- Foramen mentonnier accessoire (n°61) ;
- Foramen rétro-molaire (n°62) ;
- Foramen molaire (n°63) ;
- Foramen mandibulaire accessoire (n°64) ;
- Pont mylo-hyoïdien proximal (n°65) ;
- Pont mylo-hyoïdien distal (n°66) ;
- Torus mandibulaire (n°67).

La représentativité des mandibules n'est pas homogène pour les 4 séries, ce que ne reflètent pas les N.M.I., car un fragment identifiable peut constituer un individu dans les décomptes tout en n'étant qu'un petit fragment ou une région anatomique sans caractère discret. La Butte Saint-Cyr et la Sépulture 1 présentent des séries numériquement représentatives devant le N.M.I., ce qui n'est pas le cas des Varennes et de la Fosse XIV. Malgré cette disparité, l'on peut dégager quelques tendances. Les caractères discrets de la mandibule sont peu présents de manière générale sur les pièces des 4 séries. La présence d'un caractère à droite et à gauche est exceptionnelle, mais cela est lié en grande partie au faible nombre de pièces complètes. Le résultat le plus intéressant est que les 2 caractères les plus représentés le sont dans les 4 monuments (tabl. 31), le foramen rétro-molaire (n°62) et le foramen molaire (n°63) ; en terme d'homogénéité cette observation est intéressante, mais en terme de déterminisme, ces deux orifices de la partie postérieure de la mandibule, à fonctions de passages neurovasculaires, sont peu documentés de ce point de vue dans la littérature, si ce n'est un certain nombre d'observations sur le déterminisme généralement génétique des foramens de la mandibule (Hauser & De Stefano 1989 ; Ossenberg 1987). La mauvaise conservation de cet os et l'hétérogénéité entre les séries ne permet pas de pousser très loin les conclusions ; la mandibule présente cependant, pour les caractères les mieux observables, des taux très comparables entre les 4 séries. Aucun monument ne se détache particulièrement pour cet os.

Les caractères discrets infra-crâniens

Les tableaux 32 à 35 donnent les fréquences des caractères infra-crâniens. Avant d'aborder les analyses, il est intéressant de considérer un certain nombre de caractères bien documentés dans la littérature et de commenter leur fréquence dans les séries de Val-de-Reuil et Porte-Joie.

Humérus

Apophyse sus-épicondyloïde (n°10) : la fréquence de ce caractère est nulle dans les quatre séries néolithiques. Très peu fréquentes dans les séries antiques (Murail 1996) et médiévales (Castex 1994). Fréquence actuelle 1% (Paturet 1951). De nombreuses séries provenant de sépultures du Bassin parisien présentent un pourcentage assez important de ce caractère (Valentin-Dupré 1991).

Ouverture olécrânienne (n°11) : c'est un caractère dont le déterminisme génétique a été avancé par plusieurs auteurs (Saunders 1978 cité par Murail 1996 ; Valentin-Dupré 1991) et l'origine biologique de ce caractè-

	caractère	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
Sépulture 1	P	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	0	4	4	3	2	1	2	2	2
	P1	0	1	1	0	1	5	4	1	0	1	0
	01	15	12	8	27	23	14	12	11	21	20	17
	P+P1	0	1	2	0	1	5	4	1	0	1	0
	0+01	16	13	8	31	27	17	14	12	23	22	23
Butte St-Cyr	P	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1
	0	14	13	13	33	30	20	14	17	18	18	29
	P1	1	4	3	2	1	1	5	1	2	1	3
	01	36	34	31	24	26	25	25	26	22	25	19
	P+P1	1	4	3	2	1	2	7	1	2	1	4
	0+01	50	47	44	57	56	45	39	43	40	43	48
Varenes	P	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
	0	2	1	0	6	7	2	1	2	2	2	6
	P1	0	0	0	0	1	2	4	3	1	0	0
	01	9	9	8	7	4	0	6	7	10	11	6
	P+P1	0	0	1	0	1	3	5	3	1	0	0
	0+01	11	10	8	13	11	2	7	9	12	13	12
Fosse XIV	P	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	2
	P1	0	0	1	0	0	3	5	3	0	0	0
	01	9	7	3	5	4	4	2	1	7	8	3
	P+P1	0	0	1	0	0	3	6	3	0	0	0
	0+01	9	7	3	6	5	4	2	2	8	9	5
Sépulture 1	P+P1/0+01	0	0,08	0,25	0	0,04	0,29	0,29	0,08	0	0,05	0
Butte St-Cyr	P+P1/0+01	0,02	0,09	0,07	0,04	0,02	0,04	0,18	0,02	0,05	0,02	0,08
Varenes	P+P1/0+01	0	0	0,13	0	0,09	1,5	0,71	0,33	0,08	0	0
Fosse XIV	P+P1/0+01	0	0	0,33	0	0	0,75	3	1,5	0	0	0

Tableau 31 - Caractères discrets de la mandibule pour les quatre séries : cette codification a été mise en place spécifiquement pour les 4 séries néolithiques de la Boucle du Vaudreuil et tient étroitement compte de leurs spécificités, notamment concernant la conservation des mandibules ; elle peut ne pas être adaptée à d'autres séries. P : présent des 2 côtés ; 0 : absent des 2 côtés ; P1 : présent d'un côté (soit 0G ou D0 ou G ou D) ; 01 : absent d'un côté (soit AG ou DA) ; pour P1 et 01 on ne sait pas ce qui se passe de l'autre côté ; (sauf cas rarissime c'est-à-dire 0G ou DO) ; P+P1 : présent au moins d'un côté ; 0+01 : absent au moins d'un côté.

rière n'est pas bien définie ; de plus, son indépendance au sexe n'est pas certaine et il semble présenter une plus forte fréquence dans les populations féminines (Murail 1991 ; Castex 1994 ; Sansilbano-Collilieux 1994). La Fosse XIV se détache de l'ensemble des quatre séries avec 45% de présence (9 cas sur 20), contre 17 à 19% pour les trois autres.

Insertion musculaire en creux (n°12) : il s'agit des insertions en creux des muscles grand pectoral et grand rond, fosse bien définie, située dans la partie antéro-supérieure de l'humérus (Castex 1994). La présence de ce caractère est très variable au sein de nos quatre gisements : de totalement absent (les Varenes) à 53% (la Butte Saint-Cyr) en passant par 12% (Fosse XIV) et 28,6% (Sépulture 1). D'importantes variations ont déjà été remarquées dans les populations médiévales (Castex 1994).

Ulna

Sillon olécrano-coracoïde (n°19) : c'est une division de la surface articulaire de l'incisure humérale de l'ulna. Ce caractère semble lié à l'âge (Crubézy 1986). La Fosse XIV présente une fréquence nettement plus élevée que les trois autres sites. Cependant, les différences ne sont significatives, quand les séries sont testées deux à deux, qu'entre la Butte Saint-Cyr et la Fosse XIV (tabl. 33, 35, 36 et 38).

Crête olécrânienne (n°20) : caractère qui pourrait être sous déterminisme fonctionnel. Il présente ici une fréquence de 30 à 40% pour trois des séries et est totalement absent pour les ulnas de la Sépulture 1, ce qui représente une différence significative entre la Sépulture 1 et les trois autres séries (tabl. 32 à 35).

Clavicule

Facette coracoïdienne (n°1) : c'est une facette supplémentaire pour la scapula. La fréquence chez les français actuels serait de 23,5% (Valentin-Dupré 1991). Une liaison à l'âge n'est pas à rejeter. Pour nos séries, la fréquence va de l'absence complète, pour la Butte Saint-Cyr (94 observations) et la Sépulture 1 (52 observations), à une présence forte, 87% pour les Varenes (seulement 15 observations) ; la Fosse XIV se situe entre les deux extrêmes avec 45,5% (11 observations). Valentin-Dupré (1991) note une absence pour les séries dites SOM qu'elle a étudié alors qu'Olivier (1951:56) note 13 à 23% pour la population "SOM" de la vallée du Petit Morin.

Facette costale (n°2) : totalement absente à la Butte Saint-Cyr et à la Sépulture 1. Fréquence très forte aux Varenes (92%) et à la Fosse XIV (100% sur 13 observations).

Type d'os	Nombre de pièces observables	N° du CD	N observés	N présents	Fréquence
Tibia	34	23	15	0	0,0%
		24	14	13	92,9%
		24'	32	11	34,4%
		24''	32	13	40,6%
Talus	20	25	13	9	69,2%
		25'	10	0	0,0%
		26	11	0	0,0%
		27	11	0	0,0%
Sacrum	0				
Patella	13	21	11	0	0,0%
		22	11	7	63,6%
Humérus	33	10	26	0	0,0%
		11	22	4	18,2%
		12	30	0	0,0%
Fémur	19	13	13	2	15,4%
		14	12	0	0,0%
		15	11	1	9,1%
		16	19	14	73,7%
		17	19	0	0,0%
		18	18	15	83,3%
Clavicule	20	1	15	13	86,7%
		2	12	11	91,7%
		3	15	8	53,3%
Calcaneus	18	38	15	2	13,3%
		39	15	4	26,7%
		40	2	1	50,0%
Coxal	0				
Atlas	6	28	5	0	0,0%
		29	5	2	40,0%
		30	6	3	50,0%
Sternum	0				
Ulna	13	19	13	2	15,4%
		20	13	4	30,8%

Tableau 32 - Val-de-Reuil "Les Varennes" : récapitulatif des fréquences d'observation des caractères discrets sur le squelette infra crânien.

Fossette du rhomboïde (n°3) : insertion en creux du ligament costo-claviculaire. Fréquence 30 à 50% ; pas d'observations possibles à la Fosse XIV.

Fémur

Fosse de Allen (n°13) : c'est un caractère apparemment lié à l'âge (Castex 1994 ; Valentin-Dupré 1991), plus fréquent chez les sujets immatures ou jeunes. Il est constant pour les sujets immatures des séries "SOM" de Presles et Aulnay-aux-Planches (Valentin-Dupré 1991). Pour la Fosse XIV, les observations sont insuffisantes étant donné l'état de l'os. Les trois autres séries présentent des fréquences de 18 à 44%.

Facette de Poirier (n°14) : c'est une extension de la facette articulaire sur le col. Pour nos séries, la fréquence est très variable allant de 0 à 30%. Elle est aussi très variable pour de nombreux sites néolithiques et médiévaux.

Plaque formation (n°15) : elle est appelée aussi l'empreinte iliaque. Une liaison à l'âge (Crubézy 1988) ainsi qu'au sexe (Odgers 1931, cité

Type d'os	Nombre total de pièces observables	N° du CD	N observés	N présents	Fréquence
Tibia	9	23	5	0	0,0%
		24	9	8	88,9%
		24'	0	0	
		24''	0	0	
Talus	21	25	12	3	25,0%
		25'	18	0	0,0%
		26	15	0	0,0%
		27	16	6	37,5%
Sacrum	0				
Patella	0				
Humérus	29	10	18	0	0,0%
		11	20	9	45,0%
		12	17	2	11,8%
Fémur	18	13	4	0	0,0%
		14	4	0	0,0%
		15	3	2	66,7%
		16	17	4	23,5%
		17	3	0	0,0%
		18	4	0	0,0%
Clavicule	16	1	11	5	45,5%
		2	13	13	100,0%
		3	0	0	
Calcaneus	16	38	14	0	0,0%
		39	14	4	28,6%
		40	0	0	
Coxal	0				
Atlas	0				
Sternum	0				
Ulna	16	19	16	7	43,8%
		20	16	6	37,5%

Tableau 33 - Porte-Joie "Fosse XIV" : récapitulatif des fréquences d'observation des caractères discrets sur le squelette infra crânien.

par Valentin-Dupré 1991) a été relevée. Un déterminisme fonctionnel est souligné par Valentin-Dupré (1991) pour ses séries "SOM". La Butte Saint-Cyr présente une fréquence importante pour ce caractère (60%) et une différence significative par rapport aux Varennes et à la Sépulture 1 (la Fosse XIV n'est pas observable).

Fosse hypotrochantérienne (n°16) : ce caractère n'est pas facile à observer, ou plutôt la fiabilité et la différence inter-observateur peut être importante. Sa fréquence est très variable selon les populations médiévales (Castex 1994), mais aussi néolithiques (Valentin-Dupré 1991 qui souligne aussi les problèmes d'observation). Il existe aussi une corrélation à l'âge (Saunders 1978), avec une fréquence plus importante chez les sujets immatures. À la Boucle du Vaudreuil, la fréquence va de 23 à 74%, ce qui confirme la variabilité de ce caractère.

Exostose de la fosse trochantérienne (n°17) : c'est un caractère lié à l'âge (Saunders 1978). Il y a une absence totale de ce caractère aux Varennes ce qui donne une différence significative avec la Butte Saint-Cyr (tabl. 35) mais pas avec la Sépulture 1 (tabl. 34).

Troisième trochanter (n°18) : c'est un caractère étudié pour de nombreuses séries. La difficulté de son observation le rend difficile à interpréter (Castex 1994). Dans certaines séries du Néolithique récent-final,

Type d'os	Nombre total de pièces observables	N° du CD	N observés	N présents	Fréquence
Tibia	182	23	36	5	13,9%
		24	40	31	77,5%
		24'	51	8	15,7%
		24''	43	3	7,0%
Talus	50	25	23	2	8,7%
		25'	34	1	2,9%
		26	28	3	10,7%
		27	31	10	32,3%
Sacrum	36	34	3	0	0,0%
		35	3	0	0,0%
		36	6	0	0,0%
		37	6	0	0,0%
Patella	21	21	17	4	23,5%
		22	17	5	29,4%
Humérus	157	10	69	0	0,0%
		11	59	10	16,9%
		12	49	14	28,6%
Fémur	202	13	45	20	44,4%
		14	12	1	8,3%
		15	28	4	14,3%
		16	86	42	48,8%
		17	19	2	10,5%
		18	62	25	40,3%
Clavicule	76	1	52	0	0,0%
		2	41	0	0,0%
		3	40	13	32,5%
Calcaneus	57	38	41	2	4,9%
		39	42	16	38,1%
		40	19	5	26,3%
Coxal	54	32	9	5	55,6%
Atlas	29	28	20	0	0,0%
		29	17	0	0,0%
		30	19	0	0,0%
Sternum	19	8	3	0	0,0%
		9	0	0	
Ulna	138	19	65	7	10,8%
		20	65	0	0,0%

Tableau 34 - Porte-Joie "Sépulture 1" : récapitulatif des fréquences d'observation des caractères discrets sur le squelette non crânien.

il peut être totalement absent ou très fréquent. La difficulté de son interprétation est encore soulignée par l'observation de liaison au sexe ou à l'âge ; un déterminisme fonctionnel a été proposé (Valentin-Dupré 1991). Pour nos séries : la Fosse XIV n'est pas exploitable ; la Butte Saint-Cyr et la Sépulture 1 ont des fréquences comparables (respectivement 46 et 40%) ; le caractère est très fréquent aux Varennes (83%) avec des différences significatives par rapport aux deux autres.

Tibia

Facettes d'accroupissement médiale et latérale (n°23 et 24) : ces deux caractères ont fait couler beaucoup d'encre en ce qui concerne leur déterminisme fonctionnel ou génétique. Le fait qu'ils aient été observés sur des tibias de fœtus ne serait même pas une preuve d'un déterminisme génétique puisque ces facettes pourraient être acquises pendant la vie intra utérine grâce aux mouvements de la cheville de l'embryon

Type d'os	Nombre total de pièces observables	N° du CD	N observés	N présents	Fréquence
Tibia	197	23	53	1	1,9%
		24	54	45	83,3%
		24'	103	33	32,0%
		24''	103	49	47,6%
Talus	118	25	75	24	32,0%
		25'	73	6	8,2%
		26	71	6	8,5%
		27	81	29	35,8%
Sacrum	57	34	12	0	0,0%
		35	13	0	0,0%
		36	29	0	0,0%
		37	22	0	0,0%
Patella	87	21	73	0	0,0%
		22	73	36	49,3%
Humérus	204	10	94	0	0,0%
		11	81	16	19,8%
		12	107	57	53,3%
Fémur	219	13	50	19	38,0%
		14	27	8	29,6%
		15	30	18	60,0%
		16	120	40	33,3%
		17	40	10	25,0%
		18	87	40	46,0%
Clavicule	127	1	94	0	0,0%
		2	79	0	0,0%
		3	74	32	43,2%
Calcaneus	102	38	77	12	15,6%
		39	77	26	33,8%
		40	35	24	68,6%
Coxal	47	32	36	8	22,2%
Atlas	59	28	57	2	3%
		29	48	0	0%
		30	41	0	0%
Sternum	16	8	10	0	0,0%
		9	1	0	0,0%
Ulna	152	19	97	14	14,4%
		20	97	39	40,2%

Tableau 35 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr" : récapitulatif des fréquences d'observation des caractères discrets sur le squelette non crânien.

(Boule & Kurzenne 1999). Une des constantes de la littérature est une prédominance nette de la facette latérale sur la médiale. Dans nos séries, cette prédominance est très marquée. Aux Varennes, la facette médiale est totalement absente et la latérale présente une fréquence de 93% ; ces données deviennent 2% contre 83% pour la Butte Saint-Cyr et 14% contre 77% pour la Sépulture 1. Les observations sont comparables.

Empreinte du soléaire (n°24') : son observation est variable au sein des séries néolithiques. Sa fréquence est ici de 15 à 34 %.

Crête postérieure (n°24'') : il existe des classements de la forme de la section de la diaphyse du tibia ; la présence d'une crête postérieure correspond au type IV de la classification de Hrdlicka (*in* Martin & Saller 1957). La Butte Saint-Cyr et les Varennes sont comparables de ce point de vue (respectivement 47,6% et 40,6%) et se détachent de la Sépulture 1 (7%) de manière statistiquement significative.

Type d'os ou de dent	Caractère discret	Butte Saint-Cyr	Varenes	Sép. 1	Fosse XIV
Tibia	23	1,9%	0,0%	13,9%	0,0%
	24	83,3%	92,9%	77,5%	88,9%
	24'	32,0%	34,4%	15,7%	
	24''	47,6%	40,6%	7,0%	
Talus	25	32,0%	69,2%	8,7%	25,0%
	25'	8,2%	0,0%	2,9%	0,0%
	26	8,5%	0,0%	10,7%	0,0%
	27	35,8%	0,0%	32,3%	37,5%
Sacrum	34	0,0%		0,0%	
Patella	21	0,0%	0,0%	23,5%	
	22	49,3%	63,6%	29,4%	
Humérus	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	11	19,8%	18,2%	16,9%	45,0%
	12	53,3%	0,0%	28,6%	11,8%
Fémur	13	38,0%	15,4%	44,4%	0,0%
	14	29,6%	0,0%	8,3%	0,0%
	15	60,0%	9,1%	14,3%	66,7%
	16	33,3%	73,7%	48,8%	23,5%
	17	25,0%	0,0%	10,5%	0,0%
	18	46,0%	83,3%	40,3%	0,0%
Clavicule	1	0,0%	86,7%	0,0%	45,5%
	2	0,0%	91,7%	0,0%	100,0%
	3	43,2%	53,3%	32,5%	
Calcaneus	38	15,6%	13,3%	4,9%	0,0%
	39	33,8%	26,7%	38,1%	28,6%
	40	68,6%	50,0%	26,3%	
Coxal	32	22,2%		55,6%	
Atlas	28		0,0%	0,0%	
	29		40,0%	0,0%	
	30		50,0%	0,0%	
Sternum	8	0,0%		0,0%	
	9	0,0%			
Ulna	19	14,4%	15,4%	10,8%	43,8%
	20	40,2%	30,8%	0,0%	37,5%
11+12+21+22+51 +52+61+62	sillon corono-syndesmo-radulaire	17,40%	18,50%	20,70%	
16+17+18+26+27+28 +64+65+54+55	absence du métacone	100%	100%	99%	
17+27	absence d'hypocone	76,80%	92,30%	85%	
17	métaconule sur 2ème molaire supérieure droite	17,20%	16,70%	33,30%	
16	métaconule sur 1ère molaire supérieure droite	8,70%	28,60%	29,20%	
27	métaconule sur 2ème molaire gauche	13,50%	57,10%	22,20%	
26	métaconule sur 1ère molaire gauche	8,70%	50%	35,70%	
16+17+26+27	métaconule sur 1ères et 2èmes molaires supérieures	11,40%	40%	30,40%	
36+46	métaconulide sur 1ères molaires inférieures	0,90%	4,20%	2,90%	
16+26	extension interradiculaire de l'émail dentaire (1ères molaires sup seulement)	0%	26,70%	27,30%	
38+48	tubercule de Bolk sur 3èmes molaires inférieures	1,40%	35,70%	18,80%	
33+43	crête distale accessoire (uniquement canines inférieures)	5,40%	5,40%	25%	

Tableau 36 - Récapitulatif des fréquences des principaux caractères discrets exploitables pour la comparaison inter-monuments (cases en gris foncé : pas d'observation ; cases en gris clair : moins de 5 observations).

Pour ces caractères discrets post-crâniens, une première étude prend en considération la totalité des caractères dont le nombre d'observations est supérieur à 5. Le test de l'écart-réduit est appliqué aux fréquences d'observation. La comparaison a été effectuée entre la Butte Saint-Cyr et la

Sépulture 1. Puis entre la Butte Saint-Cyr et la Fosse XIV, entre la Sépulture 1 et la Fosse XIV, entre la Sépulture 1 et les Varenes, entre la Butte Saint-Cyr et les Varenes et enfin entre la Fosse XIV et les Varenes. Les résultats sont les suivants :

	Butte Saint-Cyr	Varennes	Sép. 1	Fosse XIV
Butte Saint-Cyr		59% (23/39)	69% (27/39)	62% (13/21)
Varennes			61,5% (24/39)	62% (13/21)
Sép. 1				52% (11/21)
Fosse XIV				

Tableau 37 - Homogénéité des caractères discrets : pourcentages de différences entre les fréquences des CD supérieures à 20% entre sépultures prises deux à deux.

- Comparaison Butte Saint-Cyr / Sépulture 1

Nombre de caractères étudiés : 27

Nombre de différences significatives : 12

Taux : 44%

- Comparaison Butte Saint-Cyr / Fosse XIV

Nombre de caractères étudiés : 15

Nombre de différences significatives : 6

Taux : 40%

- Comparaison Sépulture 1 / Fosse XIV

Nombre de caractères étudiés : 15

Nombre de différences significatives : 6

Taux : 40%

- Comparaison Sépulture 1 / Les Varennes

Nombre de caractères étudiés : 18

Nombre de différences significatives : 7

Taux : 39%

- Comparaison Butte Saint-Cyr / Les Varennes

Nombre de caractères étudiés : 18

Nombre de différences significatives : 8

Taux : 44%

- Comparaison Fosse XIV / Les Varennes

Nombre de caractères étudiés : 8

Nombre de différences significatives : 2

Taux : 25%

Quand on considère les monuments deux à deux (pour les quatre séries étudiées), le taux de différences est minoritaire, mais loin d'être négligeable. Ceci signifie une certaine homogénéité globale entre ces groupes, mais avec quelques différences morphologiques. Pour la comparaison entre la Fosse XIV et les Varennes, le taux de différences significatives est plus faible, mais le petit nombre de caractères étudiés incite à la prudence.

Afin de poursuivre dans une vision globale en guise de préliminaire aux analyses multivariées, nous avons pris en compte la totalité des caractères discrets utilisables en comparant les monuments 2 à 2 et nous avons dénombré la proportion de caractères offrant une différence de fréquence supérieure à 20% (tabl. 37). Ces calculs montrent assez simplement et sans pouvoir tirer de conclusion poussée que, dans leur ensemble, plus de la moitié des caractères discrets d'une sépulture donnée (valeurs entre parenthèses) offre des différences marquées avec

les 3 autres sépultures. La tendance morphologique homogène ne cache donc pas des différences qui devront être discutées à l'aune des analyses suivantes.

Répartition spatiale des caractères discrets

Une cartographie a été effectuée sur l'ensemble des caractères discrets offrant un effectif suffisant. Outre l'analyse inter-sites, cette topographie peut présenter un intérêt pour la mise en évidence de regroupements au sein des caveaux. La totalité des plans de répartition des caractères discrets a été réalisée pour les 4 monuments étudiés. Aucun des 61 plans établis ne met en évidence de structuration spatiale, y compris pour le monument de la Butte Saint-Cyr entre la "cellule" et la fosse 2109bis. En conséquence, seuls 5 de ces plans sont présentés ici à titre d'exemples méthodologiques (fig. 160 et 161).

Exploitation statistique des données osseuses

En préalable à une exploration en profondeur, des tests paramétriques simples (écart réduit) sur les os offrant les mesures les plus nombreuses, soit les cinq os longs des membres, ont été menés. Par exemple, nous avons effectué une comparaison entre les deux séries les plus importantes numériquement, la Butte Saint-Cyr et la Sépulture 1. Sur 23 mesures, seulement 7 présentent des différences significatives. Parmi ces 7 différences, 2 le sont à un niveau de signification très proche de la valeur seuil (1,96 au risque d'erreur de 5%), et trois ont une signification faible (probabilité entre 0,03 et 0,04)⁴. Sur 8 indices calculés, 2 ont des différences significatives entre les deux séries.

Les résultats sont très différents quand on compare les séries de la Boucle du Vaudreuil à d'autres séries. De plus, lorsqu'on produit ces tests simples en intégrant d'autres séries, les sépultures de la Boucle du Vaudreuil semblent présenter avec ces séries extérieures des différences plus marquées que quand on les compare entre elles. Par exemple, quand on compare, avec le test de l'écart réduit, le fémur entre la Butte Saint-Cyr et la série de Brueil⁵, 4 mesures sur 5 présentent des différences nettement

⁴ Il faut noter que l'ulna, à lui seul, totalise 3 différences significatives sur 5 mesures. Cet os semble présenter déjà une très grande variabilité intra-populationnelle pouvant affaiblir les comparaisons (un test de Khi2 nous éclairera à ce sujet) ; il est possible que nous devions l'éliminer des tests ou le considérer avec plus de prudence que le fémur ou l'humérus par exemple.

⁵ Ce sont les restes osseux de la Cave au Fées (fouillées par J. Tarrête en 1975), étudiés par G. Auboire en 1988 (ils ont fait l'objet d'une nouvelle étude anthropologique au musée de Nemours).

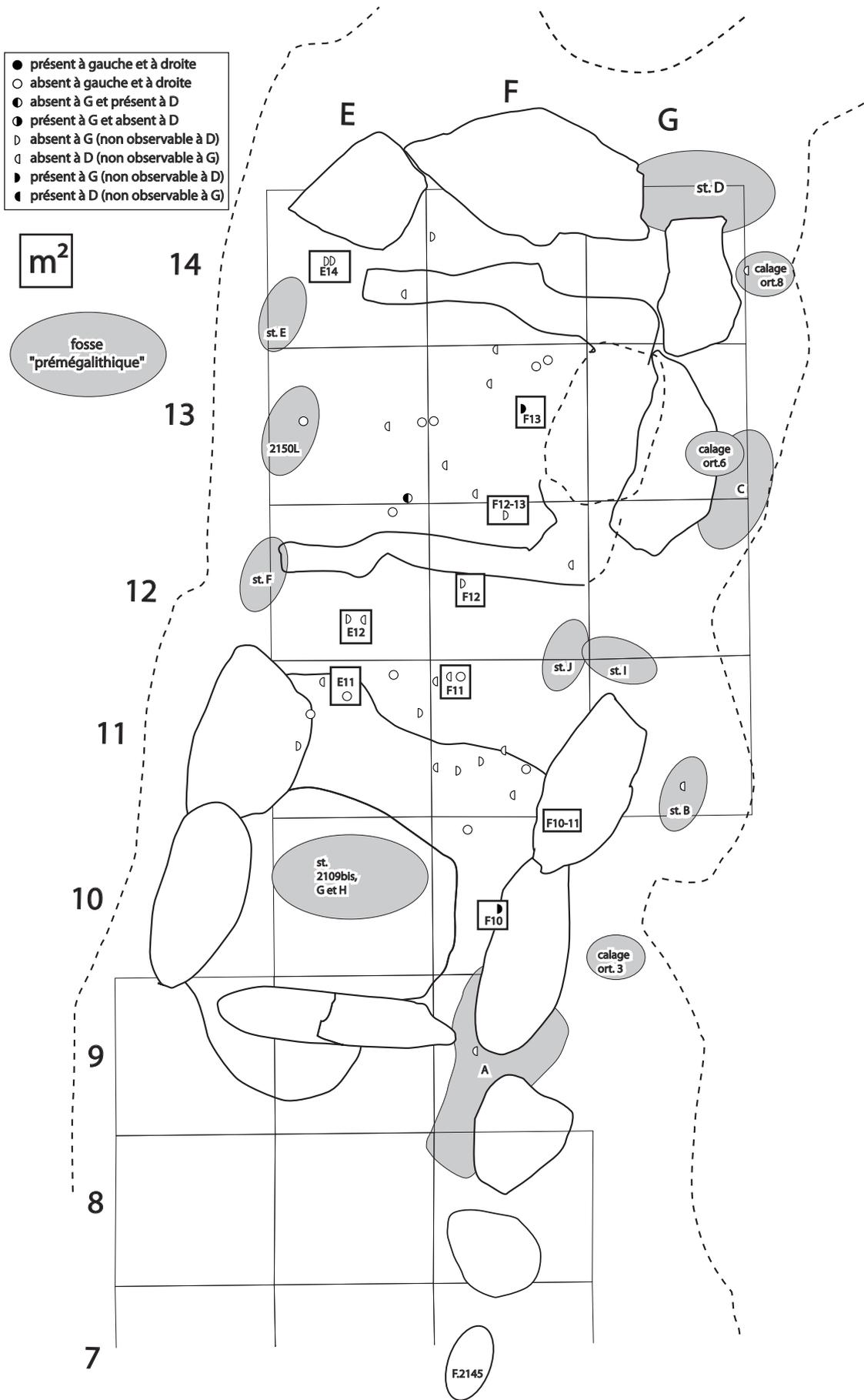


Figure 160 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr". Exemple de répartition spatiale d'un caractère discret de la mandibule : le tubercule épicondylaire externe.

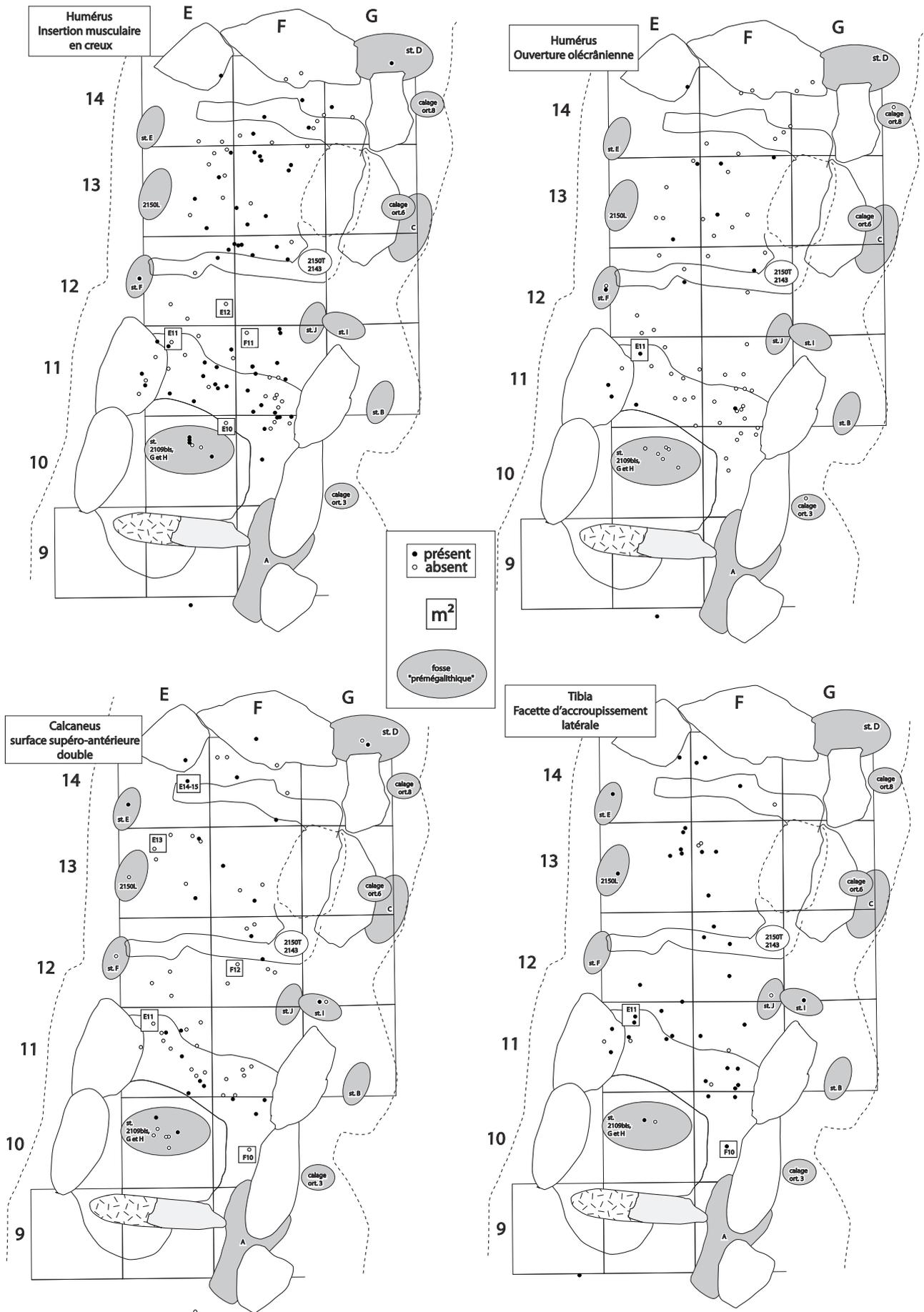


Figure 161 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr". Autres exemples de répartition spatiale de caractères discrets : en haut, sur l'humérus, insertion musculaire en creux et ouverture olécrânienne ; en bas, surface supéro-antérieure double du calcaneum et facette d'accroupissement latérale du tibia.

significatives. Les différences semblent aussi marquées quand on compare la Butte Saint-Cyr ou la Sépulture 1 avec la grotte de Grillon⁶.

Par ailleurs, un simple test de Khi2 entre les quatre séries montre des différences et dans de nombreux cas une signification statistique.

De la même manière que pour les mesures, les caractères discrets ont fait l'objet de tests préliminaires. Nous avons utilisé les corrélations de rang de Spearman : cela donne un nombre égal de corrélations et d'absences de corrélations pour les monuments pris 2 à 2. Le test du Khi2, sur les taux de présence des caractères discrets, toujours sur les monuments 2 à 2 (tabl. 38 et chapitre précédent), montre des différences significatives pour la moitié des caractères.

Un autre exemple est donné par un test de Khi2 sur les fréquences d'observation pour les atteintes dégénératives : sur 27 observations concernant les vertèbres cervicales, thoraciques et lombaires, 17 présentent des différences significatives, dont 12 hautement significatives. Nous restons dans le même ordre de grandeur pour le rapport différences significatives / non significatives.

Il y a donc des possibilités de déceler une variabilité inter-monument au sein même des quatre sépultures, mais les limites sont propres à ces méthodes bivariées, qui ne peuvent aboutir à des éléments explicatifs et, plus grave, il y a des possibilités de facteur de confusion qui corréle artificiellement deux éléments (corrélation de deux facteurs par le biais d'un troisième : les fameux doigts jaunes et le cancer du poumon, étroitement corrélés par l'intermédiaire du facteur cigarette passé sous silence).

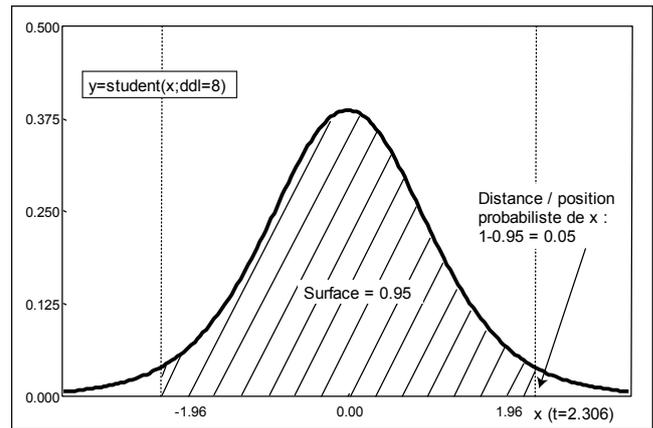
Ces quelques tests préliminaires n'ont pour but que de donner une tendance générale des observations ostéométriques et morphologiques. Leur solidité est discutable car ils sont effectués avant tout nettoyage des données brutes et sans discussion sur la normalité des distributions. Ils semblent montrer que les quatre sépultures collectives du Vaudreuil présentent entre elles des différences, cependant moins marquées qu'elles n'en présentent avec des séries extérieures à la Boucle. C'est donc sur l'homogénéité au sein des quatre séries que va porter l'étude statistique et nous allons tenter de mettre en évidence les différences, même ténues, et leur signification en termes de dimension et de morphologie.

La démarche statistique est développée par étapes successives, en partant des statistiques descriptives, de l'analyse de la normalité aux tests de variance et en finissant par les analyses multivariées. Une confrontation des résultats est proposée avant de conclure aux tendances générales. Il y a deux niveaux de résultats : le lecteur peut donc suivre chaque analyse en détail ou prendre connaissance des conclusions soit générales, soit à chaque étape.

⁶ Il s'agit de l'hyogée du Capitaine à Grillon dans le Vaucluse (Sauzade 1983 ; Mahieu 1984).

	Sep.1	Fosse XIV	Varennes
BCyr			CD3
	CD13		
	CD16-3%		CD16-0,8%
	CD18		
	CD24		
	CD24'-3%		CD24'
	CD11	CD11-2%	
	CD12-4%		
	CD19	CD19-5%	
		CD20	
	CD39		
	CD40-3%		
	CD27		
Sep.1			CD3
		CD11-1%	
			CD16-5%
		CD19-2%	
		CD24'-5%	

Tableau 38 - Test du Khi-deux : résultats des tableaux de contingence deux à deux pour les caractères discrets post-crâniens ; en gras, les différences significatives avec le risque d'erreur (pas de comparaisons entre la Fosse XIV et les Varennes).



Fonction de Densité de Probabilité

Figure 162 - Fonction de Densité de Probabilité : $y = \text{Student}(x ; \text{ddl}=8)$. L'expression : $1 - \text{dpx}$ (ou $1 - \text{ppx}$) indique sur quelles limites de variation se trouve la valeur concernée. Pour $p = 0.05$, l'observation se situe sur l'une des deux limites de la variation estimée de 95% de la population, à partir de l'échantillon.

Étape 1 - Première approche des données brutes : la position probabiliste (Houët 2001) : (fig. 162 et 163).

Cette première approche permet la détection des aberrants, des marginaux. Ces éléments ne sont en aucun cas supprimés du tableau de données complet : ils sont commentés directement dans le tableau et pourront être écartés après exportation dans les logiciels de statistique (Statistica™ et Statlab™).

La distance / position probabiliste (dpx / ppx) : (tabl. 39)

La question de l'estimation de la situation d'un individu par rapport à une population de référence est souvent posée. La méthode classique,

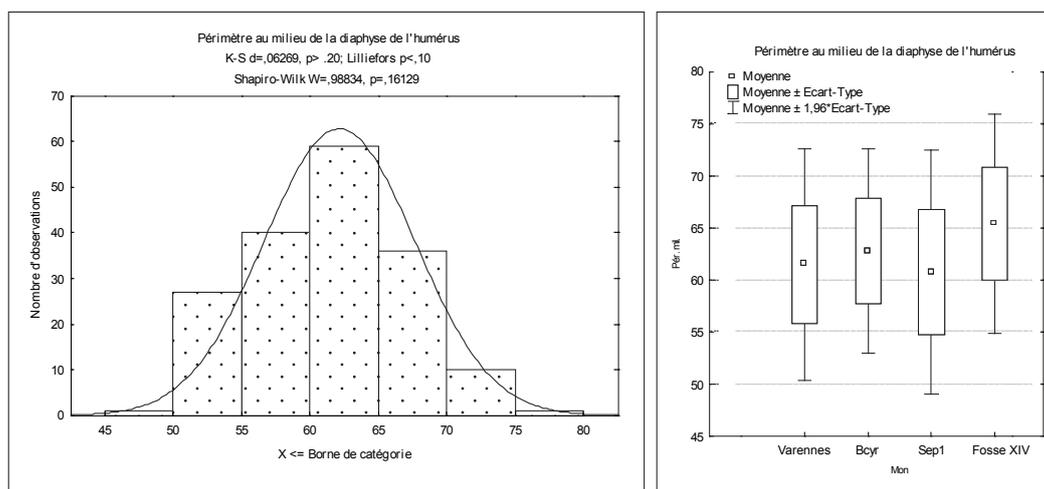


Figure 163 - Exemple de distribution normale : histogramme de normalité et boîte à moustache du périmètre au milieu de la diaphyse de l'humérus.

Exemples	n	m	s	x	Distance probabiliste	Limite de variation	Ecart réduit ajusté	Ecart réduit classique
a	5	45	1.9	50.10	0.055	0.945	0.967	2.684
b	30	45	1.9	50.10	0.012	0.988	1.312	2.684
c	5	45	1.4	50.10	0.022	0.978	1.312	3.643
d	5	45	1.9	45.00	1.000	0.000	0.000	0.000
e	5	45	1.9	50.28	0.050	0.950	1.000	2.776

Tableau 39 - Exemples de comportements de la distance probabiliste en fonction de divers paramètres. Les lignes a et b montrent une diminution de la distance probabiliste lorsque l'effectif augmente. Les lignes a et c indiquent une diminution de la distance probabiliste lorsque l'écart-type diminue. Les lignes a, e et d expriment l'augmentation de cette "distance" lorsque la valeur testée se rapproche de la moyenne. La ligne d montre le cas particulier où la valeur de l'individu se confond avec la moyenne. La ligne e exprime le cas particulier où la valeur de l'individu se confond avec l'une des deux limites de variation estimée de 95% de la population. Ecart réduit ajusté et écart réduit "classique" seront explicités plus loin.

fondée sur la Loi Normale, utilise l'écart réduit (z score) : $(x-m)/s$. La situation de l'individu est donc exprimée en écart-type.

La distance / position probabiliste répond à la formule suivante :

Loi de Student ($Abs(x-m)/s;n-1;2$)

ou Abs = valeur absolue ; x = valeur individuelle ; n = effectif de l'échantillon ; m et s = moyenne et écart-type estimés de la population à partir de l'échantillon ; 2 = bilatéral.

Elle situe, pour une variable normale, un individu par rapport à l'estimation de la distribution d'une population, estimée à partir de l'échantillon. Elle varie de 0 (l'observation se trouve à une distance infinie de la population de référence) à 1 (l'observation se confond avec la moyenne).

Distance probabiliste : la valeur de l'individu ne fait pas partie de l'échantillon (x n'entre pas dans le calcul de n, m, s). La distance probabiliste situe donc la valeur d'une variable par rapport à un référent. Bien sûr, cette notion est applicable pour évaluer la distance de moyennes, d'intervalles de confiance et de limites de variation entre des populations à étudier et une population de référence.

Position probabiliste : c'est celle qui nous intéresse ici. La valeur de l'individu fait partie de l'échantillon (x entre dans le calcul de n, m, s). La position probabiliste situe chaque élément du référent par rapport à ce référent. Ce processus permet de détecter, lorsque ppx est très inférieure à 0,05, au sein de l'échantillon :

- des erreurs de mesures importantes,
- des individus n'appartenant pas à cet échantillon,
- des cas de marginalité excessive (pathologies, variations extrêmes ...).

Étape 2 – Normalité des distributions

Méthodologie

Les erreurs ont été corrigées à l'étape 1 (*cf. supra*). Les pièces osseuses (observations) qui "sortent du lot" (aberrants, marginaux, annotés dans le tableau des données) ont été conservées pour les analyses afin de pouvoir étudier leur poids dans les résultats et de pouvoir travailler avec ou sans elles.

Pour les études de normalité, le test W de Shapiro et Wilk est le plus puissant, c'est donc lui qui servira de référence, de préférence aux tests de Kolmogorov-Smirnoff et de Lilliefors qui ne permettent pas de détecter toutes les anomalies. Toutes les valeurs p indiquées dans le texte sont celles du test de Shapiro et Wilk, ce qui permet de raisonner sur la signification lorsque les distributions ne sont pas normales ($p < 0,05$) ; ces derniers cas sont illustrés par les boîtes à moustache construites avec les données non paramétriques (médiane, quartiles, minimum et maximum ; fig. 164).

Humérus

Pour les 4 sépultures considérées ensemble, sur 11 mesures et indices,

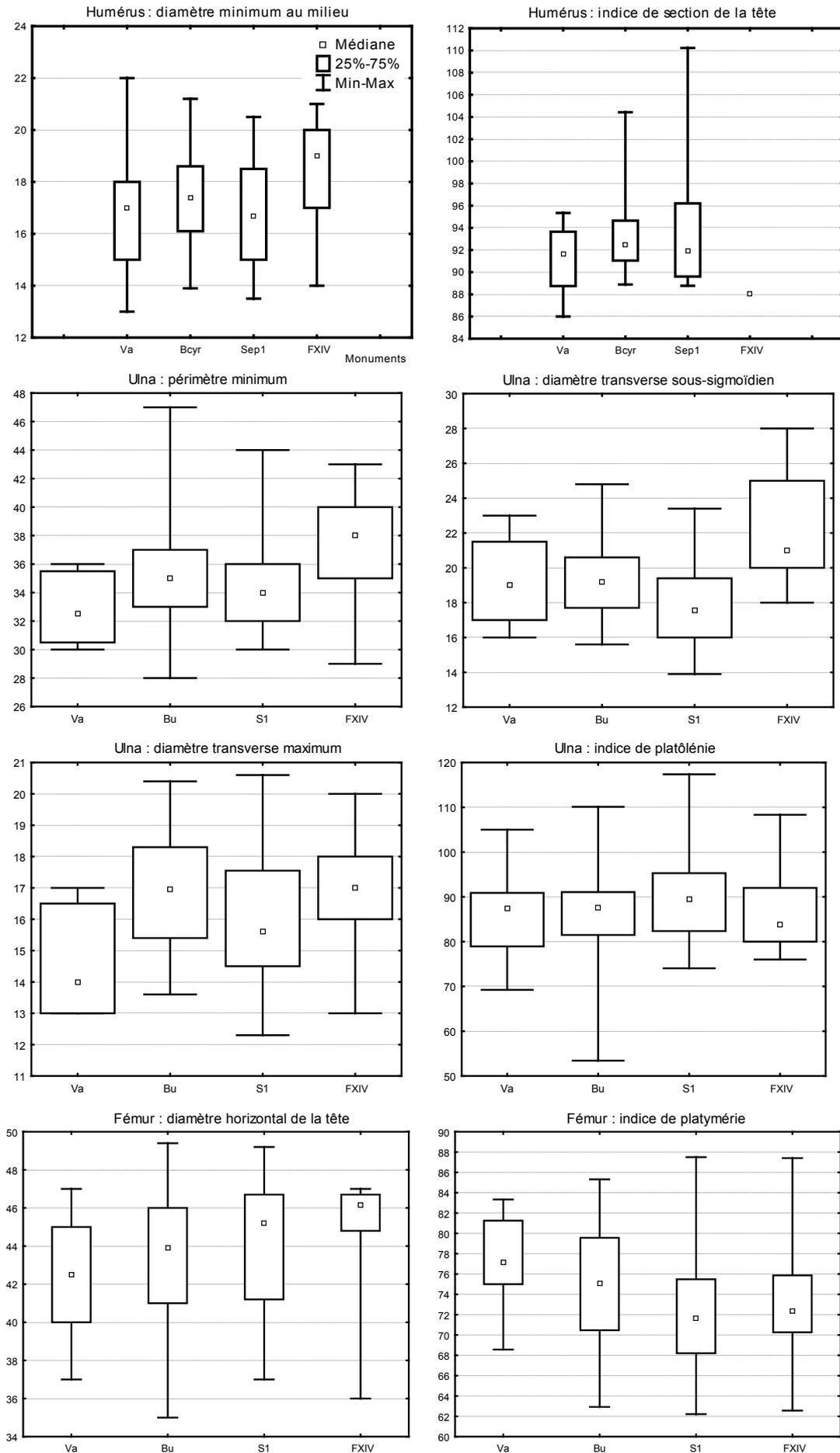


Figure 164 - Exemples de boîtes à moustaches (forme et format) des distributions non normales (cf tableau test p de Shapiro et Wilk).

	Mesures	p de Shapiro et Wilk
Humérus	longueur maximum	0,003957
	longueur physiologique	0,001854
	diamètre vertical de la tête	0,122618
	diamètre horizontal de la tête	0,127817
	largeur de l'épiphyse distale	0,135247
	périmètre au milieu	0,161291
	diamètre maximum au milieu	0,089587
	diamètre minimum au milieu	0,012251
	indice de robustesse	0,331582
	indice de section de la tête	0,000098
	indice diaphysaire	0,474213
Humérus (sans l'individu très grand les 4 monuments)	longueur maximum	0,300671
	longueur physiologique	0,312979
	diamètre vertical de la tête	0,144692
	diamètre horizontal de la tête	0,094641
	largeur de l'épiphyse distale	0,133741
	périmètre au milieu	0,152025
	diamètre maximum au milieu	0,095356
	diamètre minimum au milieu	0,010442
	indice de robustesse	0,666391
	indice de section de la tête	0,000071
	indice diaphysaire	0,447319
Humérus (sans l'individu très grand et sans la Fosse XIV)	longueur maximum	0,256895
	longueur physiologique	0,276883
	diamètre vertical de la tête	0,153566
	diamètre horizontal de la tête	0,116294
	largeur de l'épiphyse distale	0,054950
	périmètre au milieu	0,159132
	diamètre maximum au milieu	0,154222
	diamètre minimum au milieu	0,026703
	indice de robustesse	0,779468
	indice de section de la tête	0,000070
	indice diaphysaire	0,673544
Ulna	longueur maximum	0,985166
	longueur physiologique	0,757460
	périmètre minimum	0,002002
	diamètre transverse sous-sigmoïdien	0,004177
	diamètre antéro-postérieur sous-sigmoïdien	0,242386
	diamètre transverse maximum	0,039906
	diamètre antéro-postérieur	0,814275
	indice de robustesse	0,735276
	indice de platylénie	0,015531
	indice diaphysaire	0,169883
	Fémur	longueur maximum
longueur physiologique		0,796166
largeur épicondylienne		0,883378
diamètre sagittal au milieu		0,503854
diamètre transverse au milieu		0,900278
diamètre transverse sous trochantérien		0,477878
diamètre sagittal sous trochantérien		0,748862
diamètre vertical de la tête		0,053791
diamètre horizontal de la tête		0,016662
périmètre au milieu		0,108814
indice de robustesse		0,481606
indice diaphysaire		0,438818
indice de platymérie		0,005763
Tibia		longueur maximum
	largeur de l'épiphyse proximale	0,106977
	diamètre antéro-postérieur au trou nourricier	0,351787
	diamètre transverse au trou nourricier	0,405191
	diamètre antéro-postérieur au milieu	0,048773
	diamètre transverse au milieu	0,275948
	largeur maximum de l'épiphyse distale	0,746827
	périmètre minimum	0,027428
	indice de robustesse	0,000313
	indice cnémique	0,143166
	indice diaphysaire	0,183488
Mandibule	longueur totale en projection	0,504118
	longueur du corps	0,001809
	hauteur de la branche montante	0,305170
	angle mandibulaire	0,498938
	largeur minimum de la branche montante	0,044090
	hauteur à la symphyse	0,001100
	hauteur à P2 M1	0,000001
	hauteur à M2 M3	0,000079
	épaisseur à la symphyse	0,387903
	épaisseur à P2 M1	0,001559
	épaisseur à M2 M3	0,108787
	largeur bimentale	0,002077
	largeur bigoniaque	0,851892
	largeur bicondylienne	0,814709
	indice mandibulaire	0,696940
	indice de hauteur	0,225806

Tableau 40 - Tests p de Shapiro et Wilk pour les os longs.

7 distributions sont normales (fig. 163, ex. du périmètre au milieu, histogramme de distribution et boîte à moustache construite avec les données paramétriques : moyennes et écart-type). Les longueurs maximum et physiologique, le diamètre minimum au milieu et l'indice de section de la tête ne suivent pas une distribution normale (tabl. 40). Pour les deux longueurs, un humérus particulièrement grand de la Butte Saint-Cyr fait

perdre sa normalité à la distribution (Lmax=396 mm ce qui est considérable, sa position probabiliste dans le tableau de données est pp = 0,001). Si on écarte ce grand humérus des tests de normalité les deux mesures de longueur diaphysaires retrouvent une distribution normale, pas les deux autres valeurs (diamètre minimum au milieu et indice de section de la tête, tabl. 40 et fig. 164). L'indice de section de la tête (diamètre

horizontal sur diamètre vertical) a une anomalie forte pour les quatre séries réunies ($p=7.10^{-8}$), confirmée individuellement pour la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr. Pourtant les deux mesures de l'indice ne présentent d'anomalie qu'une fois pour les Varennes avec une valeur de p de 0,03 proche de la normalité. À ce stade, si l'on effectue les tests de normalité sans les individus de la Fosse XIV, ce sont les mêmes deux variables qui ne présentent pas une distribution normale (tabl. 40) ; ce n'est donc pas ce monument et ses effectifs très faibles pour certaines variables qui est à l'origine de cette distribution. Considérons les monuments un par un : pour la Butte Saint-Cyr, seule la distribution de l'indice de section de la tête n'est pas normale ; dans la Sépulture 1, on a une distribution non normale pour le diamètre minimum au milieu ($p=0,027$ proche de la valeur seuil) et l'indice de section de la tête comme pour les 4 séries considérées ensemble ; pour les Varennes, seul le diamètre vertical de la tête n'a pas une distribution normale ; pour la Fosse XIV, pour des raisons d'effectif, seulement 5 variables sont observables (4 mesures et un indice) : elles ont des distributions normales. Les tests non paramétriques sur les distributions non normales ne montrent pas de signification. Cependant, la dispersion des mesures pour le diamètre minimum au milieu n'est pas homogène (boîte à moustache fig. 164) d'une sépulture à l'autre : la Fosse XIV présente notamment des valeurs plus fortes. Pour l'indice de section de la tête, les valeurs présentent des dispersions très différentes (boîte à moustache fig. 164).

Ulna

Les 4 monuments considérés ensemble montrent 4 distributions non normales sur 10 (tabl. 40) : le périmètre minimum ($p=0,002$), le diamètre transverse sous sigmoïdien ($p=0,004$), le diamètre transverse maximum (proche de la normalité $p=0,04$) et l'indice de platylénie (rapport des diamètres transverse et antéro-postérieur sous-sigmoïdiens, $p=0,0016$). Considérons les distributions non normales pour chaque sépulture : le périmètre au milieu pour la Sépulture 1 ($p=0,002$) ; pour la Butte Saint-Cyr, le diamètre antéro-postérieur sous sigmoïdien ($p=0,04$) et l'indice de platylénie ($p=0,03$ diamètres sous-sigmoïdiens transverse sur antéro-postérieur) ; pour les Varennes les diamètres transverse maximum ($p=0,04$) et antéro-postérieur ($p=0,02$) ; pour la Fosse XIV, pas d'anomalie (2 mesures et un indice ne sont pas pris en compte pour des raisons d'effectif). Trois des quatre variables qui n'ont pas une distribution normale pour les 4 séries réunies présentent aussi cette anomalie pour l'une des séries. Dans ces trois cas, la distribution non normale d'une variable donnée pour l'une des sépultures va de pair avec l'absence de normalité de la totalité de l'échantillon des 4 sépultures. Cependant, la distribution n'est éloignée de la normalité que pour le périmètre minimum avec $p=0,002$ (au moins en partie induit par la Sépulture 1) et pour le diamètre transverse sous sigmoïdien avec $p=0,004$ qui, étonnamment, a une distribution normale pour les 4 monuments pris séparément ; en effet, l'histogramme de distribution de cette mesure pour les 4 populations réunies présente un déséquilibre vers les faibles valeurs. Les boîtes à moustaches (fig. 164) montrent des dispersions différentes entre les séries. La Fosse XIV se démarque très nettement par ses valeurs hautes pour les deux premières mesures, tandis que les Varennes et la Sépulture 1 présentent des valeurs plus faibles. Quand la normalité n'est pas respectée, les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis donnent une différence significative pour les 3 mesures, mais pas pour l'indice.

Fémur

Les 4 monuments considérés ensemble (tabl. 40) montrent des distributions normales sauf pour le diamètre horizontal de la tête (quoique

proche de la normalité : $p=0,017$ mais qui présente un "décalage" vers les grandes valeurs) et l'indice de platylénie (rapport des diamètres sagittaux et transverses sous-trochantériens). La tête du fémur présente des valeurs plutôt fortes, même pour le diamètre vertical qui a une distribution normale. Ceci pourrait être le signe d'un sexe ratio déséquilibré du côté masculin, ce que l'os coxal ne peut confirmer étant donné sa conservation dans la série. La Fosse XIV, avec un effectif faible ($N=8$ et 6), présente une distribution non normale pour ces deux diamètres de la tête, alors que les trois autres séries ont une distribution normale. La Fosse XIV est donc à l'origine du problème de distribution, ce que montre bien la boîte à moustache (fig. 164). Cependant, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis effectué sur les quatre séries est non significatif pour cette mesure. Pour l'indice de platylénie, la suppression d'un sujet très robuste de la Butte Saint-Cyr, avec un indice particulièrement fort, fait retrouver sa normalité à la distribution ; ceci est confirmé par la position probabiliste (diamètre sagittal : $pp=0,002$; observation n° 299D). Les deux diamètres composant cet indice présentent tous deux une distribution normale, la position excentrée de l'indice vient du fait que le diamètre sagittal est égal au transverse, ce qui est rare. Pour la Butte Saint-Cyr seule, cet indice et les deux diamètres sous-trochantériens présentent une distribution normale : cet individu robuste n'induit donc pas d'anomalie dans la distribution, ce qui pourrait s'expliquer par une robustesse de l'ensemble des fémurs de la Butte Saint-Cyr. De plus, la sépulture des Varennes, prise isolément, ne présente pas une distribution normale pour l'indice de platylénie, ce qui est lié à un faible échantillon et une distribution hétérogène. Pour le fémur, la normalité est donc globalement respectée pour les mesures et les indices ; seules les distributions ne sont pas normales pour une mesure, influencée par un monument et pour un indice, influencé par un individu robuste. Dans les deux cas, la normalité est retrouvée quand on écarte l'influence.

Mandibule

Cet os présente des problèmes de conservation au sein des quatre séries. En effet, deux mesures ne seront pas prises en considération (les largeurs bigoniaque et bicondylienne), les deux indices non plus, pour des raisons d'effectif. Sur les 12 mesures considérées, 7 ne suivent pas une distribution normale (tabl. 40) : la longueur du corps ($p=0,02$), la largeur minimum de la branche montante ($p=0,044$ très proche de la valeur seuil), la hauteur à la symphyse ($p=0,01$), la hauteur à P2M1 ($p=1.10^{-7}$), l'épaisseur à P2M1 ($p=0,015$), la hauteur à M2M3 ($p=8.10^{-3}$), l'épaisseur à P2M1 ($p=0,015$) et la largeur bimentale ($p=0,02$). Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis ne montre de différence significative pour les 4 monuments que pour deux mesures, l'épaisseur à la symphyse ($p=0,003$ alors que la distribution est normale pour cette mesure) et la longueur du corps ($p=0,005$). L'observation de la boîte à moustache pour la première mesure montre bien une dispersion et un centrage différent des données entre les 4 monuments (fig. 165) ce qui explique que l'Anova de Kruskal-Wallis mette une différence en évidence ; pour la deuxième mesure, les problèmes d'effectif ne permettent pas l'interprétation. La mandibule est un os qui, dans ces quatre séries, est très inégalement représenté. Malgré ce problème de conservation, l'on peut conclure que plusieurs variables observables ne présentent pas une distribution normale pour les 4 séries réunies ; ceci est imputable à des différences de dispersion et de centrage, mais rarement significatives ; par ailleurs, la série de la Butte Saint-Cyr, qui est très nettement la mieux représentée, influence les résultats pour la mandibule.

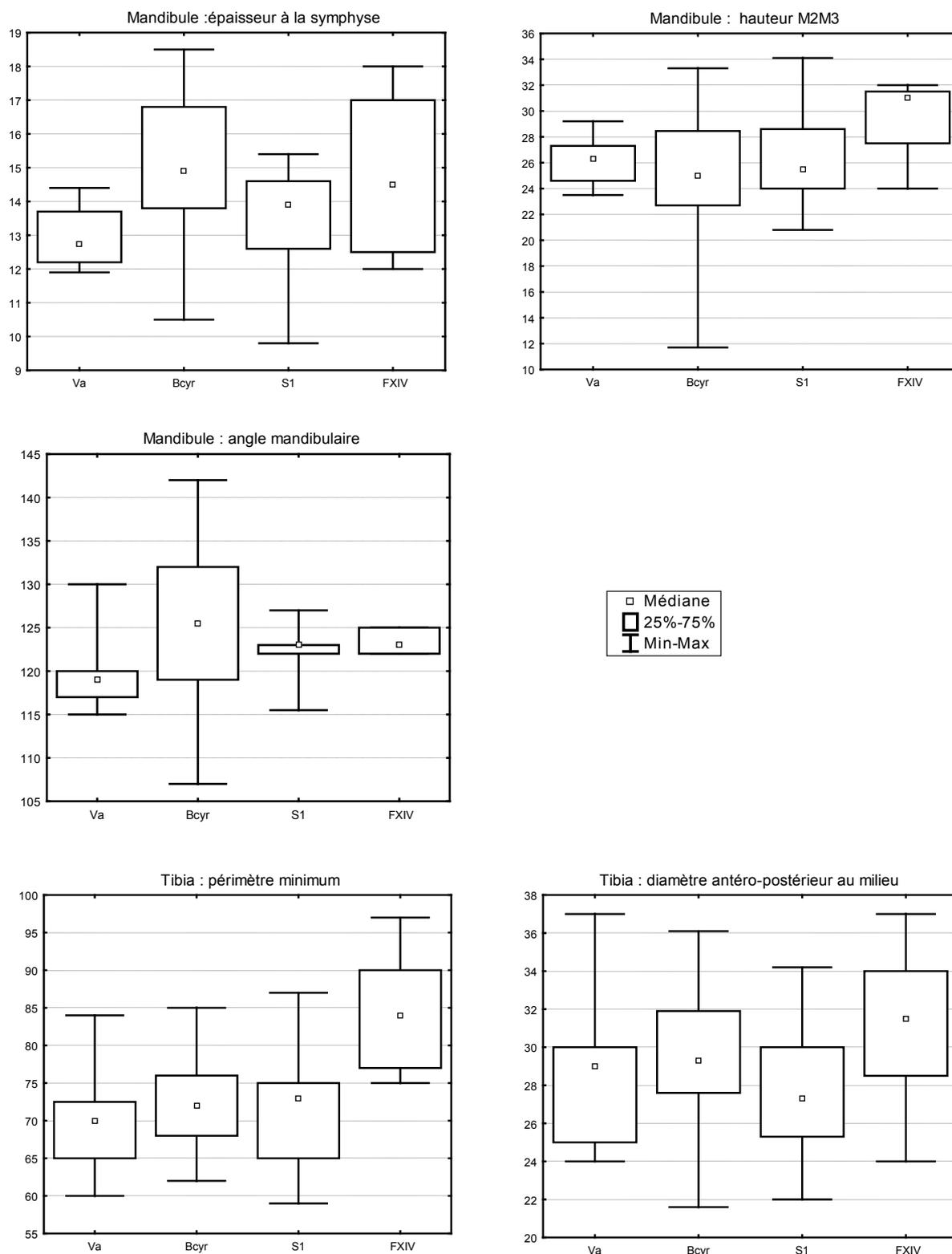


Figure 165 - Exemples de boîtes à moustaches (forme et format) des distributions non normales (cf. tableau 40, test p de Shapiro et Wilk).

Tibia

Pour les quatre séries réunies, deux mesures et un indice présentent une distribution non normale (fig. 165), le diamètre antéro-postérieur au milieu (à la limite de la normalité), le périmètre minimum ($p = 0,027$) et l'indice de robustesse ($p = 3.10^{-4}$) ; ce dernier étant calculé avec le périmètre minimum, seules les deux mesures seront étudiées ici. Les Anova non paramétriques de Kruskal-Wallis donnent les résultats suivants :

pour le diamètre, le test est hautement significatif ($p < 10^{-3}$), le test de la médiane très significatif ($p = 0,008$). Pour le périmètre minimum, les deux tests sont aussi significatifs dans une même ordre de grandeur. La Fosse XIV se détache des 3 autres séries, surtout pour le périmètre, par de fortes valeurs avec un effectif suffisant pour raisonner (boîte à moustache fig. 165 ; $N=10$ pour le périmètre et $N=22$ pour le diamètre). Le diamètre antéro-postérieur est lié à la présence éventuelle d'un étirement vers l'arrière ou d'une crête postérieure ; en revanche le

périmètre minimum est dans une région anatomique du tibia qui n'est pas influencée par cette particularité. Or les deux distributions sont non normales. Pour la majorité des variables du tibia, la distribution est normale. Pour deux mesures, des dimensions importantes pour les os de la Fosse XIV sont à l'origine d'un problème d'homogénéité.

Étape 3 – test *t* de Student

Méthodologie

Le test *t* est la méthode la plus courante pour évaluer les différences entre les moyennes de deux groupes. Théoriquement, il est possible d'utiliser le test *t* même sur des échantillons de très petite taille (par exemple $N = 10$; certains statisticiens affirment que des échantillons plus petits peuvent être utilisés, tant que les variables sont distribuées normalement dans chaque groupe et que la dispersion des résultats dans les deux groupes n'est pas significativement différente). L'hypothèse de normalité a été testée plus haut en examinant la distribution des données ou en effectuant un test de normalité. L'hypothèse d'homogénéité des variances a été vérifiée par un test *F* et par le test de Levene, plus robuste, ainsi que la modification de Brown-Forsythe de ce test (tabl. 41 à 43). Si ces conditions ne sont pas satisfaites, l'on peut encore tester les différences entre les moyennes des deux groupes en utilisant une alternative non-paramétrique au test *t*, en prenant en considération le résultat du test "p bilatéral" (tabl. 41 à 43) moins directement lié au *t* de Student. Le test *t* compare les monuments deux à deux. Quand l'hypothèse de l'homogénéité des variances est vérifiée, on prend en compte la probabilité *p* du test *t* de Student qui travaille sur la dispersion. Une synthèse par région anatomique reprend l'ensemble des résultats (cf. le chapitre significativité des mesures et fig. 166).

Humérus

Varennes – Butte Saint-Cyr (tabl. 41) : les variances sont homogènes, sauf celles des deux mesures de longueur (avec ou sans la présence du grand os déjà évoqué plus haut) et celle de l'indice diaphysaire. La lecture des tests et des résultats utilisés est donc adaptée à ces contraintes d'homogénéité des variances, comme décrit ci-dessus. Sur 8 mesures et 3 indices, des différences significatives sont observées pour les deux longueurs et le diamètre maximum au milieu. Le grand humérus, cité à plusieurs reprises, influence donc la normalité mais pas la dispersion. Pour tous les tests qui suivent, cet os est exclu. Varennes – Sépulture 1 (tabl. 42) : aucune hétérogénéité pour le *p* des variances et le test de Student ne montre aucune différence significative. Butte Saint-Cyr – Sépulture 1 (tabl. 43) : les variances sont homogènes pour toutes les mesures et tout les indices, et cela selon les 3 tests d'homogénéité, ce qui permet d'utiliser directement le *p* de Student pour toutes les variables. Deux mesures et un indice présentent des différences significatives, dont le diamètre maximum au milieu qui montre une différence très significative ($p=0,004$). Les séries Varennes – Fosse XIV, Butte Saint-Cyr – Fosse XIV et Sépulture 1 – Fosse XIV montrent une homogénéité des variances avec les trois tests, mais avec le problème d'effectif de la Fosse XIV, on ne peut travailler que sur 5 variables mesurées et un indice sur 11 pièces. Pour les deux premières comparaisons, le test *t* ne décèle aucune différence significative ; pour le couple Fosse XIV – Sépulture 1, il y a une différence très significative pour le périmètre au milieu ($p=0,02$). Le test de Student présente dans l'ensemble peu de différences significatives entre les monuments deux à deux, ce qui signifie que, d'un monument à l'autre, les moyennes présentent peu de différences pour l'humérus. Cependant, quelques mesures montrent

des différences et la figure 166 synthétise la significativité des résultats par région anatomique ; nous y reviendrons.

Ulna

Varennes – Butte Saint-Cyr : les variances sont homogènes sur toutes les mesures et indices. Le test *t* donne 2 différences significatives (hautement pour le diamètre transverse maximum, $p=5.10^{-4}$ et diamètre antéro-postérieur, $p=0,03$). Varennes – Sépulture 1 : en terme de centrage, toutes les variances sont homogènes ; avec le test de Student, 2 variables sur 10 présentent des différences significatives : ce sont les deux diamètres sous sigmoïdiens. Le diamètre transverse est proche de la valeur seuil ($p=0,03$ différence significative) alors que le diamètre antéro-postérieur présente une signification forte ($p=4.10^{-4}$ différence hautement significative). Les moyennes des deux monuments présentent donc peu de différences. Butte Saint-Cyr – Sépulture 1 : le *p* des variances est homogène pour toutes les mesures ; trois différences entre les moyennes sont mises en évidence par le test de Student, dont deux, les deux diamètres sous-sigmoïdiens, avec des différences hautement significatives (inférieures à 10^{-4}) : auxquels s'ajoute le diamètre transverse maximum ($p=0,005$ différence très significative). Varennes – Fosse XIV et Butte Saint-Cyr – Fosse XIV : pour la Fosse XIV, le problème d'effectif empêche de travailler sur les longueurs. Par rapport à la Butte Saint-Cyr, toutes les variances sont homogènes sauf une (proche de la valeur seuil, *p* des variances = $0,03$). Le *t* de Student donne quant à lui deux différences significatives, dont une hautement, pour les diamètres sous sigmoïdiens. Par rapport aux Varennes, toutes les variances sont homogènes, mais toutes les mesures présentent des différences significatives (5 sur 5), pas les 2 indices (platôlénie et diaphysaire). Fosse XIV – Sépulture 1 : toutes les variances sont homogènes. Avec le test de Student, 3 mesures sur 5 présentent des mesures significatives avec une haute signification pour les deux diamètres sous-sigmoïdiens (*p* inférieur à 10^{-7}), qui offrent les plus gros échantillons : 14 mesures pour la Fosse XIV et 50 pour la Sépulture 1. Les indices ne présentent pas ici de différence significative. L'ulna montre des moyennes plus hétérogènes que l'humérus ; toutes les différences hautement significatives du membre supérieur pour ce test sont observées sur l'ulna. La région sous-sigmoïdienne montre d'importantes différences entre les séries.

Fémur

Varennes – Butte Saint-Cyr : les variances sont homogènes sur toutes les mesures et indices, sauf une mais proche de la valeur seuil. Le *t* de Student a donc été pris en considération directement et 3 mesures montrent des différences significatives : les trois mesures au milieu (les diamètres et le périmètre). Pour le diamètre transverse, c'est très peu significatif ($p = 0,046$). Il y avait quelques problèmes de normalité pour le diamètre sagittal, mais pas quand on considère les 4 monuments ensemble (cf. *supra*) ; de plus les tests de normalité étaient proches des valeurs seuil. Par ailleurs, pour ces variables à la limite de la normalité pour leur distribution, on n'observe pas ici d'hétérogénéité des variances et ce avec les trois tests utilisés (test *F*, Levene et Brown-Forsythe). Nous pouvons donc considérer que les résultats de ces test de Student sont recevables. Varennes – Sépulture 1 : les longueurs des os ne sont pas étudiables (2 mesures à la Sépulture 1). En terme de centrage, toutes les variances sont homogènes ; pour le *t* de Student, 2 mesures sur 8 (diamètre transverse au milieu, $p = 0,02$ et diamètre sagittal sous trochanter $p = 0,002$) et un indice (platymérie $p = 0,001$ qui implique le diamètre sagittal) présentent des différences significatives. Butte Saint-Cyr – Sépulture 1 : les tests d'homogénéité des variances sont recevables pour

	Moyenne Va	Moyenne Bcyr	Valeur t	dl	p	t var. est-ép.	dl	p bilatér.	N Actifs Va	N Actifs Bcyr	Ecart- Type Va	Ecart- Type Bcyr	Ratio F Variances	p Variances	Levene F(1,dl)	dl Levene	p Levene	Bm-Fors F(1,dl)	dl Bm-Fors	p Bm-Fors
longueur maximum	287,444	305,368	-2,316	26	0,029	-2,803	24,883	0,010	9	19	12,218	21,495	3,095	0,107	4,771	26	0,038	3,020	26	0,094
longueur physiologique	286,091	301,000	-2,171	28	0,039	-2,489	27,981	0,019	11	19	12,079	20,736	2,947	0,085	4,336	28	0,047	2,747	28	0,109
diamètre vertical de la tête	43,182	43,496	-0,231	37	0,818	-0,204	14,688	0,841	11	28	4,622	3,483	1,761	0,235	0,579	37	0,452	0,344	37	0,561
diamètre horizontal de la tête	38,125	40,277	-1,617	28	0,117	-1,727	14,211	0,106	8	22	2,900	3,325	1,315	0,749	0,462	28	0,502	0,452	28	0,507
largeur de l'épiphyse distale	57,273	58,915	-1,122	55	0,267	-0,932	12,743	0,369	11	46	5,497	4,069	1,825	0,167	1,781	55	0,188	1,495	55	0,227
périmètre au milieu	61,455	62,814	-1,101	106	0,273	-1,028	30,087	0,312	22	86	5,655	5,038	1,260	0,452	0,051	106	0,822	0,024	106	0,878
diamètre maximum au milieu	20,364	21,395	-2,568	106	0,012	-2,835	37,487	0,007	22	86	1,465	1,731	1,395	0,390	1,979	106	0,162	1,829	106	0,179
diamètre minimum au milieu	16,636	17,379	-1,659	107	0,100	-1,425	27,691	0,165	22	87	2,279	1,764	1,669	0,104	2,705	107	0,103	2,210	107	0,140
indice de robustesse	20,395	21,033	-0,974	25	0,339	-1,058	20,029	0,303	9	18	1,346	1,713	1,621	0,496	1,071	25	0,311	1,003	25	0,326
indice de section de la tête	91,172	93,503	-1,491	27	0,147	-1,612	14,980	0,128	8	21	3,303	3,911	1,402	0,676	0,057	27	0,813	0,024	27	0,878
indice diapyssaire	81,572	81,207	0,245	106	0,807	0,200	26,604	0,843	22	86	8,043	5,685	2,002	0,027	4,545	106	0,035	4,536	106	0,036

Tabl. 41

	Moyenne Va	Moyenne Bcyr	Valeur t	dl	p	t var. est-ép.	dl	p bilatér.	N Actifs Va	N Actifs Bcyr	Ecart- Type Va	Ecart- Type Bcyr	Ratio F Variances	p Variances	Levene F(1,dl)	dl Levene	p Levene	Bm-Fors F(1,dl)	dl Bm-Fors	p Bm-Fors
longueur maximum	287,444	299,667	-1,316	13	0,211	-1,158	6,772	0,286	9	6	12,218	23,855	3,812	0,092	2,140	13	0,167	0,949	13	0,348
longueur physiologique	286,091	296,833	-1,256	15	0,228	-1,040	6,455	0,336	11	6	12,079	23,676	3,842	0,067	2,317	15	0,149	1,264	15	0,279
diamètre vertical de la tête	43,182	43,200	-0,011	27	0,992	-0,010	20,626	0,992	11	18	4,622	4,446	1,081	0,853	0,073	27	0,790	0,150	27	0,701
diamètre horizontal de la tête	38,125	39,720	-0,955	21	0,350	-1,069	19,316	0,298	8	15	2,900	4,196	2,093	0,330	2,374	21	0,138	1,682	21	0,209
largeur de l'épiphyse distale	57,273	58,240	-0,563	39	0,577	-0,520	15,545	0,611	11	30	5,497	4,641	1,403	0,456	0,202	39	0,656	0,137	39	0,714
périmètre au milieu	61,455	60,741	0,479	74	0,633	0,491	41,147	0,626	22	54	5,655	5,985	1,120	0,800	0,463	74	0,499	0,480	74	0,491
diamètre maximum au milieu	20,364	20,437	-0,154	74	0,878	-0,176	53,443	0,861	22	54	1,465	2,021	1,902	0,107	3,111	74	0,082	3,061	74	0,084
diamètre minimum au milieu	16,636	16,891	-0,482	74	0,631	-0,456	34,964	0,651	22	54	2,279	2,006	1,291	0,447	0,228	74	0,634	0,125	74	0,725
indice de robustesse	20,395	21,289	-1,102	12	0,292	-1,034	7,005	0,336	9	5	1,346	1,655	1,513	0,572	0,757	12	0,401	0,293	12	0,598
indice de section de la tête	91,172	93,339	-1,020	21	0,319	-1,183	20,510	0,250	8	15	3,303	5,468	2,741	0,184	0,590	21	0,451	0,358	21	0,556
indice diapyssaire	81,572	83,301	-1,006	72	0,318	-0,903	31,905	0,373	22	52	8,043	6,159	1,705	0,123	2,990	72	0,088	2,987	72	0,088

Tabl. 42

	Moyenne Sept	Moyenne Bcyr	Valeur t	dl	p	t var. est-ép.	dl	p bilatér.	N Actifs Sept	N Actifs Bcyr	Ecart- Type Sept	Ecart- Type Bcyr	Ratio F Variances	p Variances	Levene F(1,dl)	dl Levene	p Levene	Bm-Fors F(1,dl)	dl Bm-Fors	p Bm-Fors
longueur maximum	299,667	305,368	-0,553	23	0,586	-0,522	7,751	0,616	6	19	23,855	21,495	1,232	0,670	0,013	23	0,910	0,057	23	0,814
longueur physiologique	296,833	301,000	-0,416	23	0,682	-0,387	7,592	0,710	6	19	23,676	20,736	1,304	0,612	0,000	23	0,991	0,005	23	0,946
diamètre vertical de la tête	43,200	43,496	-0,253	44	0,802	-0,240	30,108	0,812	18	28	4,446	3,483	1,630	0,250	1,937	44	0,171	1,992	44	0,165
diamètre horizontal de la tête	39,720	40,277	-0,450	35	0,655	-0,430	25,449	0,671	15	22	4,196	3,325	1,592	0,326	1,653	35	0,207	1,290	35	0,264
largeur de l'épiphyse distale	58,240	58,915	-0,669	74	0,506	-0,650	56,248	0,518	30	46	4,641	4,069	1,301	0,420	1,800	74	0,184	1,678	74	0,199
périmètre au milieu	60,741	62,814	-2,203	138	0,029	-2,118	98,491	0,037	54	86	5,985	5,038	1,411	0,155	2,011	138	0,158	1,837	138	0,178
diamètre maximum au milieu	20,437	21,395	-2,987	138	0,003	-2,883	99,858	0,005	54	86	2,021	1,731	1,363	0,201	0,961	138	0,329	0,992	138	0,321
diamètre minimum au milieu	16,891	17,379	-1,516	139	0,132	-1,471	101,674	0,144	54	87	2,006	1,764	1,293	0,287	2,729	139	0,101	2,642	139	0,106
indice de robustesse	21,289	21,033	0,298	131	0,769	0,304	6,597	0,770	5	18	1,655	1,713	1,071	1,000	0,003	21	0,959	0,046	21	0,833
indice de section de la tête	93,339	93,503	-0,105	34	0,917	-0,099	23,872	0,922	15	21	5,468	3,911	1,954	0,167	0,660	34	0,422	0,436	34	0,513
indice diapyssaire	83,301	81,207	2,032	136	0,044	1,992	100,996	0,049	52	86	6,159	5,685	1,174	0,508	0,010	136	0,919	0,008	136	0,927

Tabl. 43

Tableau 41 - Exemple de test de Student pour l'humérus : comparaison Varennes-Butte Saint-Cyr.

Tableau 42 - Exemple de test de Student pour l'humérus : comparaison Varennes-Sépulture 1.

Tableau 43 - Exemple de test de Student pour l'humérus : comparaison Sépulture 1-Butte Saint-Cyr.

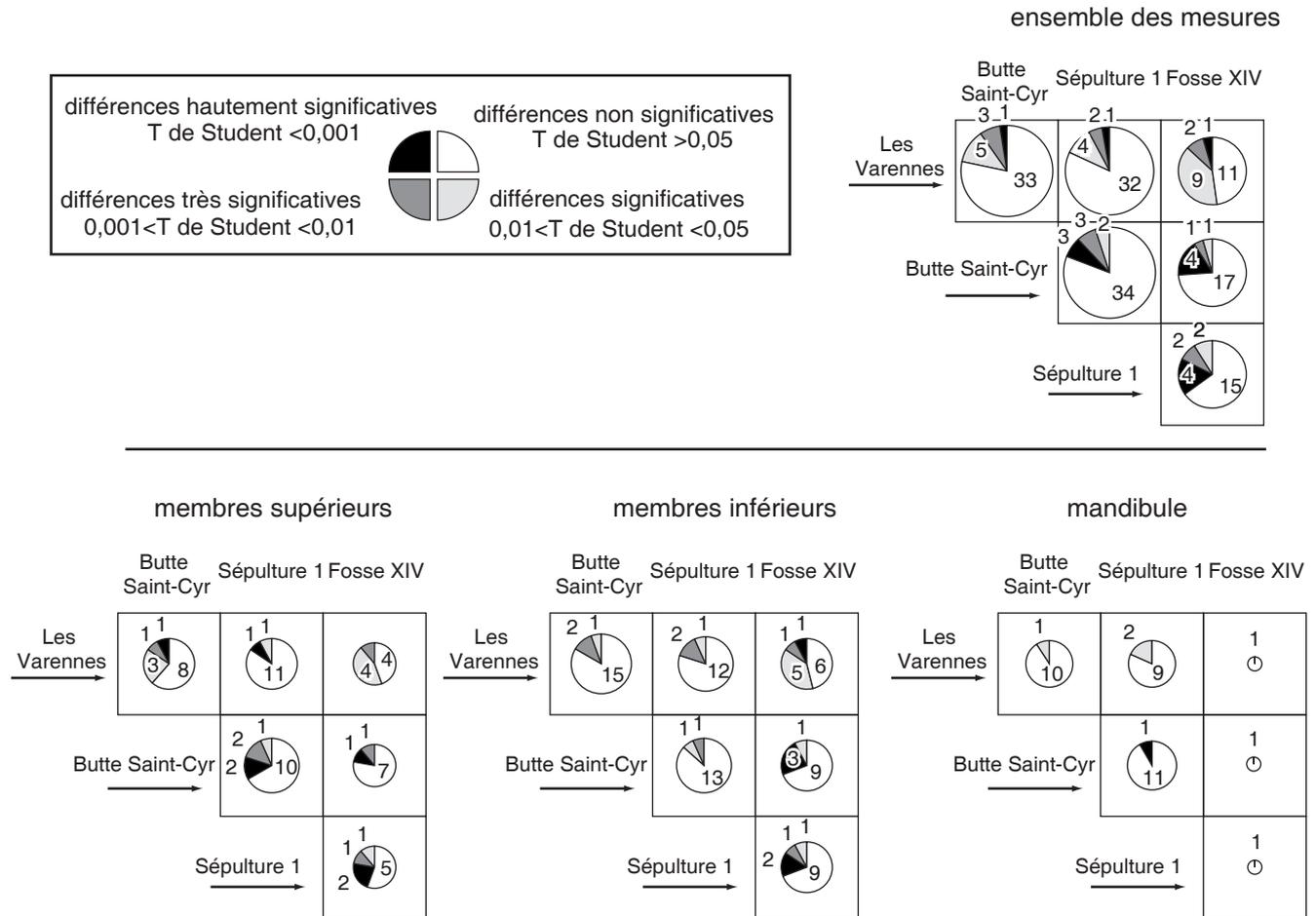


Figure 166 - Test de Student sur la significativité des mesures (sans les indices) prises sur les 4 sépultures (2 à 2) (différences sur les moyennes).

toutes les mesures ; pour le *t* de Student, on n’observe qu’une différence significative pour une mesure (diamètre sagittal (quoique proche de la valeur seuil $p = 0,03$) et deux indices (diaphysaire et platymérie). Butte Saint-Cyr – Fosse XIV : 7 mesures étudiables sur 10 et 2 indices sur 3 pour lesquels le *p* des variances est homogène. le test de Student ne montre aucune différence significative. Varennes – Fosse XIV : 7 mesures sur 10 et 2 indices sur 3 sont étudiables. Les variances sont homogènes sauf pour une mesure (diamètre sagittal). Pour celle-ci, on n’utilise pas le test de Student, mais le test *p* bilatéral non paramétrique qui ne montre pas de différence significative. Pour les 6 autres mesures, Student présente des différences significatives pour le diamètre sagittal sous trochantérien ($p = 0,03$) et l’indice de platymérie ($p = 0,01$). Fosse XIV – Sépulture 1 : 7 mesures étudiables sur 10 et 2 indices sur 3 sont étudiables, pour lesquels les variances sont homogènes sauf pour deux mesures pour lesquelles on utilise le *p* non paramétrique. Aucune variable ne présente de différence significative avec le test *t*. Dans l’ensemble, le fémur présente une grande homogénéité et les quelques différences significatives détectées ne le sont que peu fortement.

Tibia

Varennes – Butte Saint-Cyr : huit variables contre trois présentent des variances homogènes ; le test de Student, paramétrique ou non, ne montre aucune différence significative entre les moyennes de ces deux séries. Varennes – Sépulture 1 : une variable sur neuf présente des variances non homogènes. Le test de Student met en évidence deux différences significatives, pour une mesure (largeur maximum de l’épiphyse

distale $p=0,04$) et l’indice diaphysaire ($p=0,01$ pour les deux). Butte Saint-Cyr – Sépulture 1 : deux variables n’ont pas les variances homogènes. Le *t* de Student montre deux différences significatives pour une mesure (diamètre antéro-postérieur au milieu) et l’indice diaphysaire ($p=0,02$ pour les deux). Pour les comparaisons entre la Fosse XIV et les trois autres séries, six mesures et deux indices sont étudiables et toutes les variances sont homogènes. Varennes – Fosse XIV : le test *t* montre des différences significatives pour toutes les mesures sauf une (avec une différence très significative et une hautement) et pas de différence pour les deux indices. Butte Saint-Cyr – Fosse XIV : le test de Student montre quatre différences significatives (dont trois hautement) pour les mesures et aucune pour les indices. Fosse XIV – Sépulture 1 : quatre différences sont significatives (dont deux hautement) ; toutes concernent les mesures. Pour ce test, il y a très peu de différences entre la Butte Saint-Cyr, la Sépulture 1 et les Varennes. En revanche, il y a de nombreuses différences significatives entre ces trois monuments et la Fosse XIV, toujours pour des variables de format (les mesures), jamais pour des variables de forme. Même si les problèmes d’effectifs sont récurrents avec la Fosse XIV, ces résultats ont été obtenus avec toute la prudence requise, notamment l’utilisation d’un test non paramétrique quand l’homogénéité des variables n’était pas respectée, et peuvent donc être pris en considération.

Mandibule

Deux mesures ne seront pas prises en considération les largeurs bigoniaque et bicondylienne, les deux indices non plus, pour des rai-

sons d'effectif. Varennes – Butte Saint-Cyr : la sépulture des Varennes n'offre qu'un petit échantillon de mandibules étudiables pour les tests. La portée des résultats en est donc diminuée. C'est regrettable car les données observables comportent une variable de forme, l'angle mandibulaire, ce qui est intéressant mais n'a été mesuré que 5 fois pour les Varennes. Pour la comparaison de ces deux séries, les variances sont homogènes, sauf pour la hauteur M2M3 qui est donc étudiée avec le test non paramétrique. Seule une mesure présente une différence significative, l'épaisseur à la symphyse ($p=0,01$). Varennes – Sépulture 1 : toujours le même problème d'effectif avec les Varennes. Toutes les variances sont homogènes. Deux mesures présentent avec le test de Student des différences significatives : la longueur du corps ($p=0,01$) et l'épaisseur à M2M3. Butte Saint-Cyr – Sépulture 1 : l'effectif des deux séries est conséquent. Les variances sont homogènes sauf pour la hauteur M2M3. Le test de Student ne met en évidence qu'une différence significative, mais hautement, pour l'épaisseur à la symphyse ($p<0,001$). La Fosse XIV n'est étudiable ici que pour une mesure, la longueur minimum de la branche montante ; celle-ci ne montre pas de différence significative avec les autres séries.

Étape 4 – ANOVA

Méthodologie

L'objectif d'une analyse de variance (ANOVA) est de tester la significativité statistique entre les moyennes de plus de deux groupes, en comparant (c'est-à-dire en analysant) les variances. Plus précisément, en partitionnant la variation (dispersion) totale en différentes sources, l'analyse offre la possibilité de comparer la variance expliquée par la dispersion inter-groupes à celle qui est due à une dispersion intra-groupe (c'est-à-dire à une dispersion des individus autour de la moyenne du groupe). Sous l'hypothèse nulle (selon laquelle les moyennes des différents groupes sont identiques dans la population), la variance estimée à partir de la dispersion intra-groupe doit être sensiblement la même que la variance estimée à partir de la dispersion inter-groupes.

L'ANOVA permet de travailler sur les 4 monuments en même temps. C'est un test sur les moyennes, donc sur les critères de centrage. Préalablement à l'ANOVA, comme pour le test t de Student, il faut s'assurer de l'homogénéité des variances avec le test de Levene et, mieux, la révision de Brown-Forsythe, plus puissant ; il est alors possible d'effectuer des tests non paramétriques quand les variances ne sont pas homogènes.

Lorsque l'analyse montre une hétérogénéité, le test post-hoc de Scheffé est appliqué et permet de déceler des différences entre monuments deux à deux et d'affiner ce qui a déjà été vu avec le test de Student. Il n'y a pas redondance car l'ANOVA est plus puissante que le t de Student et nécessite moins d'observations, ce qui est précieux dans le cas de cette étude. Comme pour Student, une synthèse par région anatomique est proposée (cf. le chapitre significativité des mesures et fig. 166 à 169).

Humérus

Pour les 4 gisements en même temps, les mesures de longueur et celles de la tête ne peuvent être étudiées en raison d'un effectif trop faible pour la Fosse XIV. Sur les 4 mesures restantes, les tests de Levene et de Brown-Forsythe montre des variances homogènes ce qui permet de

lancer l'ANOVA : on observe deux moyennes significativement différentes (périmètre au milieu et diamètre maximum au milieu). Pour le premier, la signification est très faible ($p=0,03$) et le test de Scheffé ne décèle pas de différence 2 à 2. La deuxième mesure donne $p=0,008$. On n'a donc réellement qu'une différence significative, pour le diamètre maximum au milieu, confirmée par Scheffé ($p = 0,03$) entre Sépulture 1 et Butte Saint-Cyr (comme pour le test t, ce qui renforce ce résultat). Si l'on reprend l'analyse sans la Fosse XIV, toutes les variances sont homogènes (avec les tests de Levene et Brown-Forsythe) ; l'ANOVA donne toujours seulement le diamètre maximum au milieu comme différence significative, induite par une différence entre les moyennes de la Sépulture 1 et de la Butte Saint-Cyr (Scheffé $p = 0,01$). Cela montre que les petits effectifs de la Fosse XIV ne changent pas ici les résultats de l'ANOVA quand on considère les quatre monuments, ce qui confirme que l'analyse peut travailler avec un nombre d'observations réduit.

Ulna

En raison d'effectif restreint on ne peut pas prendre en compte les deux mesures de longueur. En revanche, il est possible de raisonner sur les indices de platolénie et diaphysaire qui sont ici des rapports de diamètres ; ceci revêt un intérêt certain dans la mesure où les ACP portent sur les diamètres (cf. *infra*). En prenant donc en considération les 4 monuments, l'ANOVA porte sur 5 mesures et 2 indices. La première étape est un test de Brown-Forsythe pour tester l'homogénéité des variances : toutes les variances sont homogènes. Pour l'ANOVA, les 5 mesures, soit le périmètre minimum et les 4 diamètres, présentent des différences significatives. À ce stade, la Fosse XIV est retirée de l'analyse : 3 diamètres sur 4 présentent des différences significatives : les 2 sous-sigmoïdiens et le transverse maximum. Les tests de Scheffé sur ces différences montrent qu'elles concernent les 3 monuments pris 2 à 2. Comme pour le t de Student, les diamètres sous-sigmoïdiens montrent une importante variation inter-groupe, ainsi que le diamètre transverse maximum.

Fémur

Pour l'ANOVA sur les 4 monuments, 7 mesures sur 10 et 2 indices sur 3 sont étudiables (les deux longueurs et la largeur épicondylienne ne sont représentées que par une observation pour la Fosse XIV). Le test de Brown-Forsythe montre des variances homogènes pour les 7 mesures : on peut donc effectuer l'analyse. Celle-ci montre des différences significatives pour 3 mesures, les diamètres sagittaux au milieu et sous-trochantérien et le périmètre au milieu, mais avec des valeurs de p faibles, autour de 0,03 ; d'ailleurs les tests de Scheffé ne confirment pas ces différences. Devant les difficultés liées à l'effectif, il est effectué une ANOVA sans la Fosse XIV avec, en raison du manque de mesures pour la Sépulture 1, le retrait des deux longueurs et donc de l'indice de robustesse. Trois moyennes présentent des différences significatives pour les mesures, dont une de manière très significative pour le diamètre sagittal au milieu ($p=0,006$) qui a présenté plusieurs fois des différences significatives pour les t de Student et deux moins significatives pour le diamètre sagittal sous trochantérien et le périmètre au milieu. Les deux indices présentent des différences significatives. Les différences concernent les mêmes mesures que quand on a pris en considération les 4 monuments, ainsi que les indices ; la signification est plus importante qu'avec la Fosse XIV. Les tests de Scheffé sont effectués, les différences décelées par l'ANOVA sont cette fois confirmées : le diamètre sagittal au milieu et le périmètre au milieu sont induits par une différence Butte Saint-Cyr – Varennes ($p = 0,001$ dans

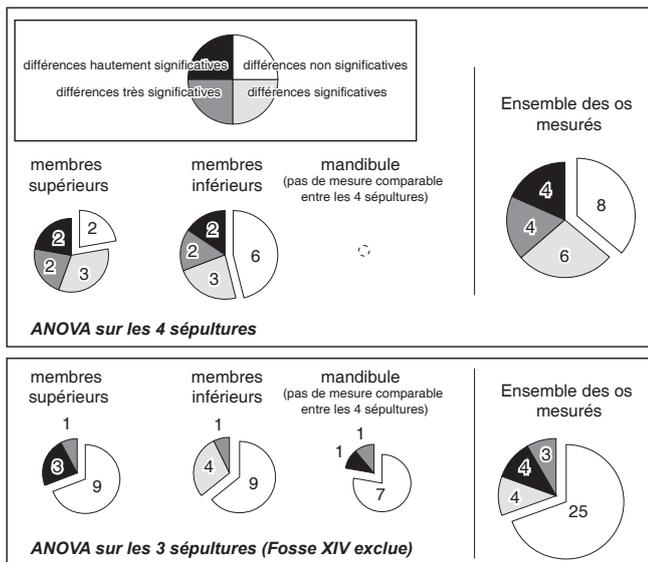


Figure 167 - ANOVA, significativité des mesures (sans les indices) prises sur les 4 sépultures, puis sur les 3 (Fosse XIV exclue).

les deux cas). Le diamètre sagittal sous-trochantérien est induit par une différence Sépulture 1 – Varennes ($p = 0,02$). La présence des observations de la Fosse XIV atténuait donc les différences entre moyennes, sans cependant les empêcher de s'exprimer.

Mandibule

Deux mesures ne seront pas prises en considération les largeurs bigoniaque et bicondylienne, les deux indices non plus, pour des raisons d'effectif. Le test de Brown-Forsythe montre que les variances ne sont pas homogènes pour deux observations : une mesure, la hauteur M2M3 et une variable de forme, l'angle mandibulaire. Dans ce cas, on effectue deux tests non paramétriques, une ANOVA de Kruskal-Wallis et le test de la médiane qui ne montrent pas de différence significative. L'observation de la boîte à moustache (fig. 165) montre une dispersion très différente des données de part et d'autre de la médiane et c'est ce qui est souligné par le test de Brown-Forsythe. Pour l'angle mandibulaire, l'ANOVA de Kruskal-Wallis et le test de la médiane ne montrent pas non plus de signification ; l'observation de la boîte à moustaches (fig. 165) montre un "comportement" très différent pour cet angle entre les 4 monuments. On trouve des similitudes entre les deux distributions, l'un pour une mesure, l'autre pour un angle, ce qui semble montrer que ces importantes différences de distribution ne sont pas liées à la nature de la variable. Les autres mesures ont des distributions moins hétérogènes, sauf peut-être l'épaisseur à la symphyse, mais dont il a été déjà question puisque cette mesure n'a pas une distribution normale (cf. *supra* et fig. 165). L'ANOVA sur les 4 monuments ne montre qu'une mesure avec une différence significative : l'épaisseur à la symphyse, induite par une différence entre la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr (Scheffé $p = 0,01$). Une ANOVA effectuée sans la Fosse XIV présente une différence significative pour la même mesure et le test de Scheffé montre de nouveau une différence entre Sépulture 1 et Butte Saint-Cyr ainsi qu'entre les Varennes et la Butte Saint-Cyr. La mandibule présente des moyennes homogènes entre les quatre monuments, et cela malgré des différences dans la distribution des variables. L'épaisseur à la symphyse, signe de robustesse est la seule mesure pour laquelle on note des différences significatives, la Butte Saint-Cyr et la Fosse XIV ont des moyennes plus fortes que les deux autres séries (15 mm contre 13 mm).

Étape 5 – Significativité des mesures : les différences par région anatomique

À ce stade, on cherche à mettre en évidence des différences entre les monuments à partir des résultats des analyses qui précèdent : les monuments deux à deux pour le t de Student et en considérant les quatre pour l'ANOVA complétée par le test *a posteriori* de Scheffé.

Test de Student sur la significativité des mesures pour les monuments 2 à 2 (fig. 166) :

En considérant les trois régions anatomiques (membres supérieurs, inférieurs et la mandibule), il y a peu de différences hautement significatives. Néanmoins, on observe des différences entre monuments pris deux à deux : la sépulture des Varennes présente peu de différences très et hautement significatives par rapport aux trois autres ($P < 0,01$). Si l'on prend en considération les différences significatives ($0,01 > p > 0,05$), la Fosse XIV est le monument qui se différencie le moins des Varennes. De manière plus marquée, la Fosse XIV se différencie de la Sépulture 1 et de la Butte Saint-Cyr. Entre la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr, on note des différences plus importantes qu'entre ces deux sépultures et les Varennes.

En considérant les trois régions anatomiques séparées, on s'aperçoit que le membre supérieur se comporte globalement comme l'ensemble des mesures tandis que pour le membre inférieur, **les différences les plus significatives ne concernent que celles qui mettent en relation la Fosse XIV avec les 3 autres**. Pour le membre supérieur, toutes les différences hautement significatives viennent de l'ulna et en particulier de la région sous-sigmoïdienne. Pour le membre inférieur, toutes les différences hautement significatives viennent du tibia et sont des différences entre la Fosse XIV et les trois autres séries, les tests ayant été effectués avec la prudence requise par le petit nombre d'observations parfois disponibles. La mandibule n'apporte pas d'élément supplémentaire en raison du faible nombre d'observations.

ANOVA : significativité des mesures pour les quatre monuments considérés conjointement puis sans la Fosse XIV (fig. 167) :

Le nombre de mesures significativement différentes est important ; il est plus grand que le nombre de mesures non significatives (fig. 167 haut). Un tiers des mesures présente des différences très ou hautement significatives.

Si l'on retranche les observations de la Fosse XIV (ce qui permet d'intégrer la mandibule, fig. 167 bas), cette proportion descend à 19,4%, ce qui représente encore près de 1 différence sur 5 très ou hautement significative.

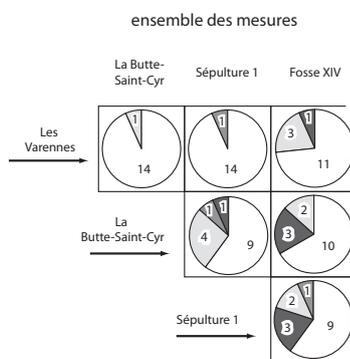
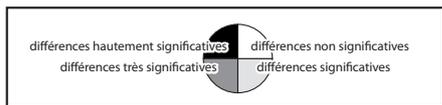
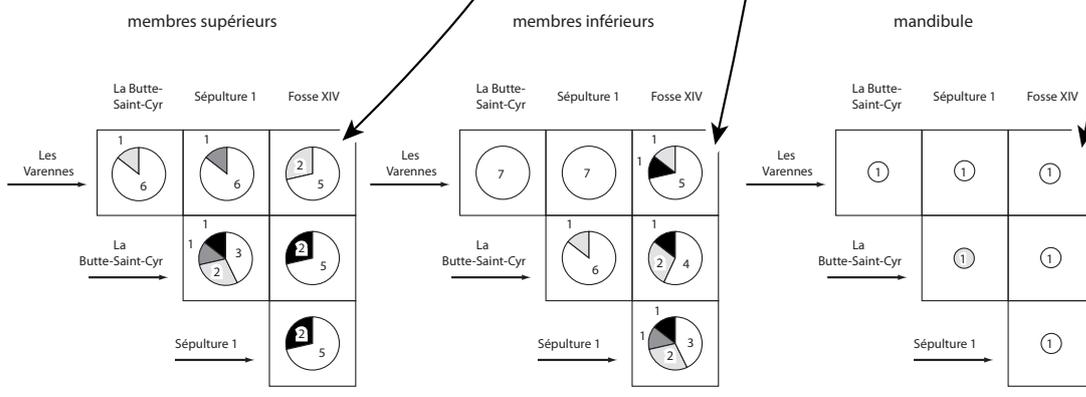
En observant les régions anatomiques et si l'on considère les 4 sépultures, les membres inférieurs portent autant de différences significatives que les membres supérieurs. Mais si l'on ne considère pas la Fosse XIV, on voit que son influence est forte pour les membres inférieurs car les différences s'atténuent (une seule différence très significative et aucune hautement significative) ; cette influence est moins forte pour les membres supérieurs.

ANOVA - significativité des mesures (sans les indices)
sur les 4 sépultures (sans Beausoleil 3)

Significativité des mesures	membres supérieurs	membres inférieurs	mandibule	total
non significative	2	6	0	8
significative	3	3	0	6
très significative	2	2	0	4
hautement significative	2	2	0	4
TOTAL	9	13	0	22
non étudiable *	6	5	0	11

* : soit pour des raisons d'effectif,
soit pour des raisons d'hétérogénéité
des variances (cf test non paramétrique)

Test de Scheffé sur la significativité des mesures
(sans les indices) prises sur les 4 sépultures
deux à deux



Scheffé 4 sépultures camemberts

Figure 168 - ANOVA : significativité des mesures (sans les indices) sur les 4 sépultures (sans Beausoleil 3) et tests de Scheffé sur la significativité des mesures (sans les indices) sur les 4 sépultures.

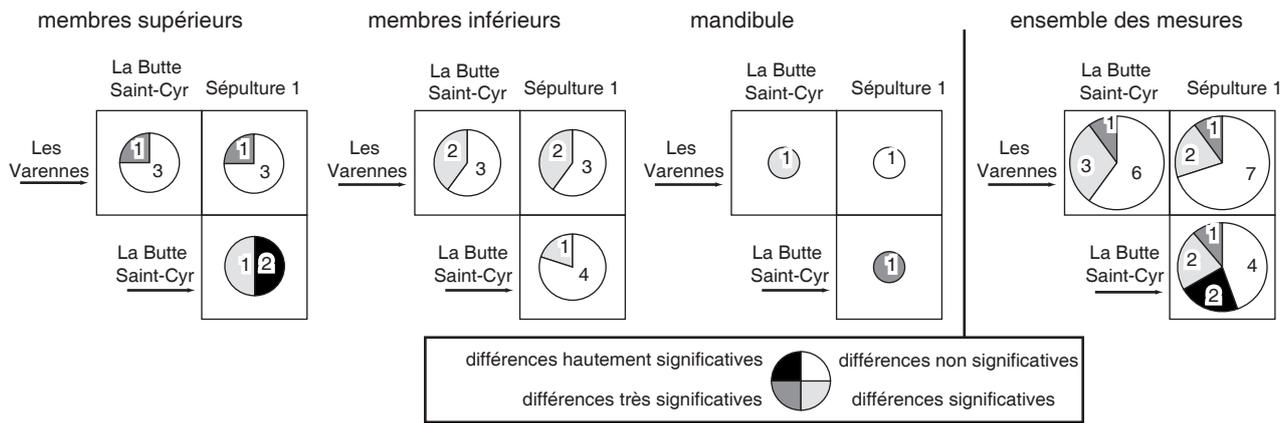


Figure 169 - Test de Scheffé sur la significativité des mesures (sans les indices) prises sur les 3 sépultures deux à deux.

Test de Scheffé (fig. 168 et 169)

Les différences significatives que l'on a déjà décelées par l'ANOVA touchent de manière inégale les monuments pris deux à deux. Pour l'ensemble des régions anatomiques considérées, c'est la Fosse XIV qui apporte à nouveau la quasi totalité des différences les plus significatives. Par ailleurs, la Butte Saint-Cyr et la Sépulture 1 présentent aussi des différences qui, en détaillant le test de Scheffé, sont plutôt induites par les mesures sur le membre supérieur.

La sépulture des Vareennes est à nouveau peu différenciée des autres gisements.

Étape 6 – les analyses factorielles

Méthodologie

Dans tous les cas, les variables et les individus seront représentés sur les projections.

Les Analyses en Composantes Principales (ACP) permettent de travailler soit sur un seul os, soit sur plusieurs os à la fois. Pour travailler os par os, on utilisera les mesures et les indices comme variables, les os (plus souvent les fragments d'os) comme individus, de manière tout à fait classique. Pour travailler par région anatomique, la disparité de la conservation, mais surtout la nécessité de considérer plusieurs os en même temps, nous a conduit à exprimer les mesures et les indices par des paramètres (moyenne, intervalle de confiance, écart-type) et des données non paramétriques représentant la dispersion et le centrage (limites supérieure et inférieure, médiane, quartile et centile). Le tableau analysé offre ainsi un résumé pertinent de l'ensemble des données considérées.

Rappelons que pour l'ACP, un individu n'est pris en considération que si toutes les variables ont pu être observées, c'est-à-dire ici si toutes les mesures de l'analyse considérée ont été prises. En revanche, pour l'ACM, les cellules vides sont prises en considération et sont des non-réponses qui entrent dans l'analyse factorielle.

ACP par région anatomique

Dans un premier temps, les analyses factorielles se feront par régions anatomiques, afin de proposer une approche similaire à celle des tests statistiques précédents à des fins de confirmation ou d'infirmer. De plus, les ACP vont apporter des éléments d'interprétation sur la nature des différences mises en évidence. Pour rendre les projections les plus lisibles possible, des paramètres clairs doivent être utilisés. Dans les premières projections (ACP 1 et 2) qui ne concernent que le membre inférieur (fémur et tibia), la Fosse XIV est masquée car elle présente un trop petit nombre de données pour certaines mesures.

ACP 1 : l'axe 1 exprime à lui seul 97,4% de l'information, ce qui empêche la lecture de la contribution des axes 2 et 3. Cette ACP 1 montre une influence trop forte des deux valeurs paramétriques que sont les limites de l'intervalle de confiance et de l'écart-type et qui monopolisent toute l'information. Ces deux paramètres sont écartés pour l'ACP 2.

ACP 2 : la Fosse XIV est toujours masquée, mais l'axe 2 contribue pour 5,5% à la variance de l'analyse et montre une discrimination pour les paramètres de centrage que sont la moyenne et la médiane.

ACP 3 : elle est donc construite autour de ces paramètres en ajoutant les intervalles de confiance de la moyenne. De plus, sont éliminés les mesures et indices peu présents pour la Fosse XIV (en particulier celles et ceux faisant intervenir la longueur des os, qui contribuent beaucoup à la construction de l'axe 2).

ACP 4 : c'est une analyse sur les moyennes ; à ce stade, la Fosse XIV apparaît distinctement. On réduit encore le nombre de paramètres à la moyenne, la médiane et l'intervalle de confiance. De plus, on ne garde que les variables qui ont été observées plus de 15 fois.

Il apparaît donc que dans cette tentative de construire des ACP en prenant en considération les régions anatomiques, la meilleure façon d'obtenir une lecture claire du "comportement" des monuments est de réduire de manière drastique le nombre de variables étudiées. À partir de cette ACP 4, nous avons de plus en plus réduit les paramètres dans la construction des projections jusqu'à n'utiliser que la moyenne.

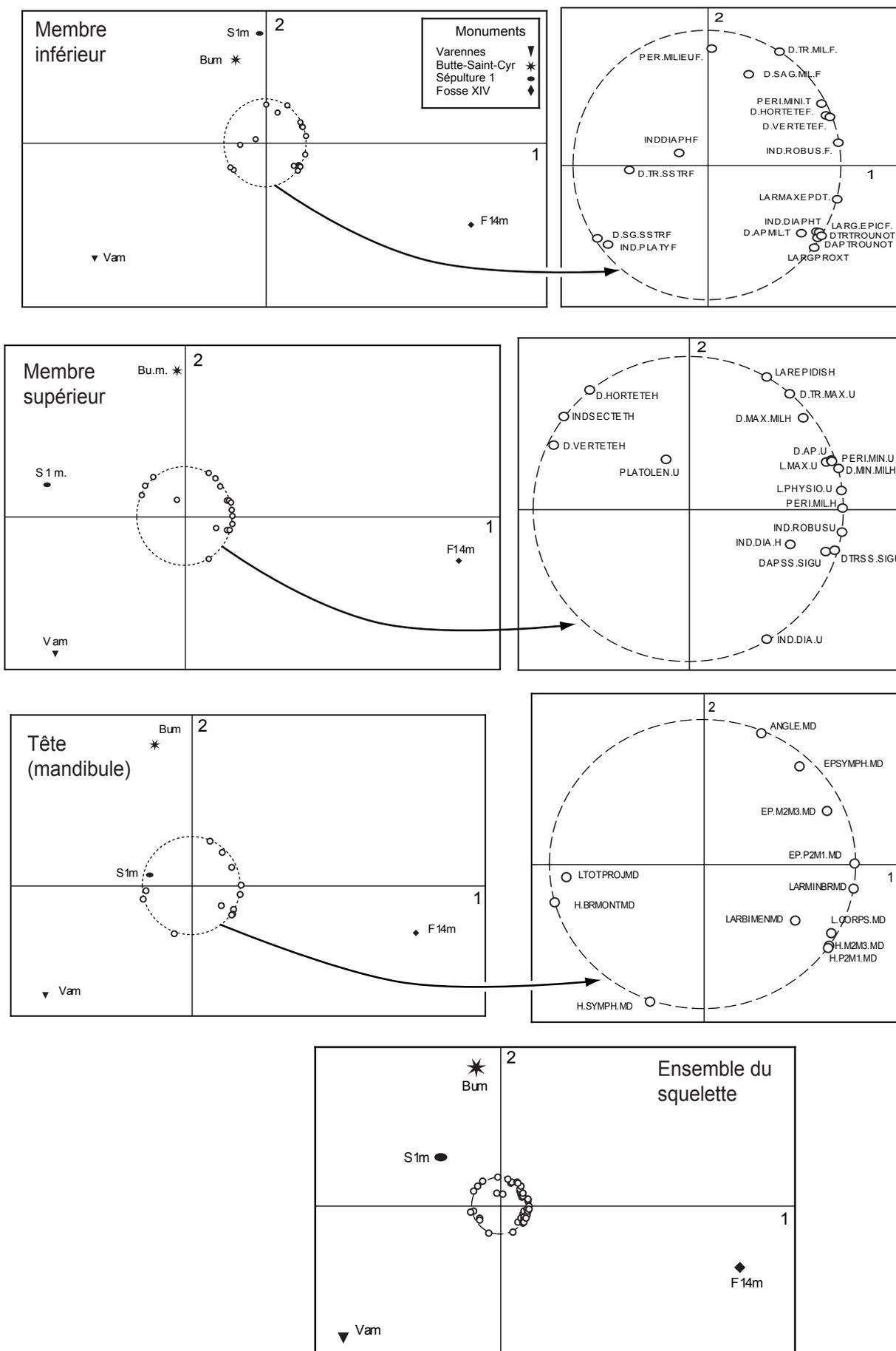


Figure 170 - Analyse en Composante Principale sur les moyennes de l'ensemble du squelette (variables observées plus de 15 fois sur les tibias, fémurs, humérus, mandibules et ulnas) et sur le squelette entier.

C'est le résultat de ces ACP de plus en plus simples qui sont présentés ci-dessous, avec pour illustration les projections comportant comme seule variable la moyenne ; cependant, l'influence des autres variables est explicitée lorsqu'elle semble pertinente.

Sur les membres inférieurs (fig. 170)

On obtient une répartition équilibrée entre les axes 1 et 2 : contributions respectives de 55,7% et de 26,3%. L'axe 1 oppose fortement les Varennes à la Fosse XIV, la Butte Saint-Cyr et la Sépulture 1 étant peu discriminées sur cet axe. L'axe 2 oppose d'un côté, la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr, et de l'autre, la Fosse XIV et les Varennes. D'une manière générale, la Fosse XIV est fortement influencée par l'ensemble des variables concernant le tibia, phénomène qui semble expliquer une partie de l'axe 1. À l'inverse, la sépulture des Varennes est fortement influencée par deux variables se rapportant à la partie sous-trochantérienne du fémur. Sur l'axe 2, l'ensemble Butte Saint-Cyr – Sépulture 1 est fortement influencé par les variables concernant le diamètre et le périmètre de la diaphyse du fémur.

Sur les membres supérieurs (fig. 170)

Le même traitement s'applique aux membres supérieurs : sont également éliminées les mesures de longueur et les indices de robustesse. On obtient une répartition équilibrée entre les axes 1 et 2, très comparable à l'analyse des variables des membres inférieurs (même si Butte Saint-Cyr et Sépulture 1 sont un peu plus éloignées l'une de l'autre) : contributions respectives des axes 1 et 2 de 64,7% et de 23,4%. L'axe 1 oppose fortement les Varennes et la Sépulture 1 à la Fosse XIV, la Butte Saint-Cyr étant peu discriminée sur cet axe. Comme pour le membre inférieur, l'axe 2 oppose d'un côté, la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr, et de l'autre, la Fosse XIV et les Varennes. Dans le détail, la Fosse XIV est plutôt influencée par 3 indices touchant à la fois l'ulna et l'humérus. Quant à elle, la Sépulture 1 est fortement influencée par trois variables se rapportant à l'humérus.

Sur la mandibule (fig. 170)

Ont été éliminées les variables qui posaient des problèmes d'effectifs (indices, largeur bicondylienne et largeur bigoniaque). À nouveau, on obtient une répartition très comparable à l'analyse des variables des membres inférieurs et supérieurs (même si Butte Saint-Cyr et Sépulture 1 sont moins proches l'une de l'autre) : contributions respectives des axes 1 et 2 de 61,3 % et de 28,2 %. L'axe 1 oppose fortement les Varennes à la Fosse XIV, la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr étant peu discriminées sur cet axe. Dans une configuration proche de celles des membres inférieurs et supérieurs, l'axe 2 oppose d'un côté, la Butte Saint-Cyr, et de l'autre, la Fosse XIV et les Varennes, la Sépulture 1 occupant une position neutre au centre de la projection.

Sur l'ensemble des ossements mesurés (fig. 170)

On retrouve le schéma général opposant sur l'axe 1 Varennes et Fosse XIV (contribution : 56,1%). Contribuent principalement à cet axe des variables de format. L'axe 2 oppose d'un côté, la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr, et de l'autre, la Fosse XIV et les Varennes (contribution : 28,2%). Cet axe 2 est construit à la fois par des variables de forme et de format. L'axe 3, qui contribue pour 15,7% de l'information, oppose Sépulture 1 et Butte Saint-Cyr. Les variables qui contribuent le plus à

cet axe sont des variables de forme (platolénie et indice diaphysaire du fémur).

Cette analyse (ACP4) montre que les trois régions anatomiques discriminent les quatre monuments de manière comparable. Les tendances les plus générales sont une première opposition entre la Fosse XIV et les Varennes et une deuxième, moins marquée, entre la Fosse XIV et les Varennes d'une part, et la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr d'autre part. Les variables de format sont à l'origine des oppositions les plus fortes (facteur 1 et 2). Pour les variables de format, les moyennes des indices sont plus homogènes que celles des mesures entre les quatre séries.

Un premier bilan : comparaison des ANOVA et des ACP par région anatomique

L'ANOVA montre un tiers de différences très ou hautement significatives pour les 4 monuments dans leur globalité. Les tests de Student et les ACP par région anatomique sont globalement concordants. La Fosse XIV se différencie fortement des 3 autres monuments, davantage de la Butte Saint-Cyr et de la Sépulture 1 que des Varennes, et l'ACP montre une opposition Butte Saint-Cyr - Sépulture 1 d'un côté, Varennes – Fosse XIV de l'autre. De plus, il existe des différences entre la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr (en particulier pour le membre supérieur). À ce stade, on ne connaît pas la nature exacte de ces différences que les ACP os par os ont pour objectif de préciser.

ACP os par os

Rappelons que les variables de format sont les mesures et les variables de forme sont les indices et angles. **En gras sont portées les remarques interprétatives.**

La lecture se fait dans un premier temps à partir de la projection des variables puis de celles des individus sur les composantes principales (facteurs). La qualité de la représentation de chaque variable est observée : c'est la corrélation (\cos^2), la meilleure étant évidemment 1. Nous prendrons en considération les corrélations supérieures au seuil classique de 0,5.

Une deuxième clé de lecture est donnée par les contributions : les variables prises en compte sont celles dont la contribution est supérieure à la moyenne des contributions de l'ensemble des variables (nous rappelons que la somme des contributions est égale à 1). Nous utilisons le logiciel Statlab™.

Les figures représentant les ACP et les ACM comportent systématiquement, sous les projections, le tableau des corrélations et des contributions, ainsi que le diagramme des valeurs propres.

L'ensemble des résultats est présenté dans les tableaux 44 et 45.

Humérus

L'humérus très grand (BCyr 1660-6147), repéré lors des tests précédents et écarté des statistiques descriptives, a aussi été écarté ici en raison de sa trop grande influence sur les analyses. Pour les quatre monuments réunis, les mesures les mieux représentées sont celles du milieu de la diaphyse (diamètres et périmètre) et celle de la tête, avec les

	caractéristiques	N variables	N individus considérés/ ignorés	valeurs propres (%)	plan factoriel 1 axes 1 et 2	plan factoriel 2 axes 2 et 3	plan factoriel 3 axes 1 et 3	conclusions
<i>humérus</i>								
ACP1	toutes les mesures et indices	11	22 / 282	axe 1 = 57 ; axe 2 = 20 ; axe 3 = 12,5	axe 1 structuré par le format ; axe 2 structuré par la forme	construit par les variables de forme	construit par les variables de format	Fosse XIV n'apparaît pas. Var structuré par forme
ACP2	mesures et indices de la tête et du milieu de la diaphyse : format et forme	7	33 / 271	axe 1 = 57 ; axe 2 = 20 ; axe 3 = 13,5	axe 1 structuré par le format ; axe 2 structuré par la forme. Répartition homogène des 3 monuments	construit par les variables de forme		Fosse XIV n'apparaît pas. Les 3 autres sont peu discriminés par la robustesse. La Sép. 1 s'isole selon des critères de forme
ACP3	format et forme : mesures du milieu de la diaphyse et indice diaphysaire	4	170 / 134	axe 1 = 70 ; axe 2 = 29 ; axe 3 = 1	Un seul plan factoriel étudiable (99 % de la variance) construits par le format et la forme			opposition Varennes-Fosse XIV, tandis que les deux autres ensembles ne sont pas différenciés.
ACP5	format : périmètre et diamètres au milieu de la diaphyse, diamètres de la tête	5	33 / 271	axe 1 = 78 ; axe 2 = 13 ; axe 3 = 6	Varennes "côté gracile" Sép. 1 et BCyr bien répartis			Fosse XIV n'apparaît pas. Varennes discriminé par la gracilité. BCyr variabilité intra + forte que inter groupes (sexe ?).
ACP6	forme : 3 indices	3	23 / 281	axe 1 = 47 ; axe 2 = 31 ; axe 3 = 22	L'indice diaphysaire n'a aucune influence. Répartition RAS mais peu d'individus	L'axe 3 est construit par l'indice diaphysaire. Répartition RAS mais peu d'individus		Fosse XIV n'apparaît pas. Répartition RAS mais peu d'individus
<i>ulna</i>								
ACP1	format : périmètre et 4 diamètres de la diaphyse		52 / 221	axe 1 = 71 ; axe 2 = 12 ; axe 3 = 7 ; axe 4 = 6 ; axe 5 = 4	opposition très marquée Fosse XIV- Varennes selon l'axe 1	facteur 2 : dia. tranv. Facteur 3 : dia. Ant-post induit des différences inter mon.	confirmations des plans précédents	Variabilité inter monuments sur des variables de format : opposition Fosse XIV - Varennes. Moins nettement opposition Fosse XIV-Butte Saint-Cyr vis à vis des Varennes et de la Sépulture 1.
ACP2	format : 4 diamètres de la diaphyse	4	105 / 168	axe 1 = 75 ; axe 2 = 11 ; axe 3 = 8 ; axe 4 = 6	"Effet taille" pour le facteur 1 qui donne une sorte de gradient de robustesse	les 2 dia transverses construisent l'axe 2, les 2 dia AP construisent le 3. Fosse XIV et surtout les Varennes sont structurés par ce plan		voir les résultats de l'ACP 5
ACP3	format et forme : le périmètre, les 4 diamètres de la diaphyse et les 2 indices	7	50 / 223	axe 1 = 53 ; axe 2 = 24 ; axe 3 = 13 ; axe 4 = 6	L'axe 1 continue à séparer Varennes et Fosse XIV, mais Butte Saint-Cyr et Sépulture 1 sont réparties de manière homogène	Le plan 2 est une projection construite par la forme.		Les axes 1 et 4 sont structurés par les mesures et les axes 2 et 3 sont structurés par les indices. Varennes et Fosse XIV sont discriminés par des critères de taille
ACP4	format et forme : les 4 diamètres de la diaphyse et les 2 indices	6	103 / 170	axe 1 = 50 ; axe 2 = 26 ; axe 3 = 18 ; axe 4 = 6	même remarques que ACP 3 mais discrimination moins nette			ACP qui montre l'importance du périmètre mini car sans lui les projections sont moins différenciées
ACP5	forme	2	103 / 170	axe 1 = 59 ; axe 2 = 41	un seul plan, voir conclusions			nette discrimination des Varennes et de la Fosse XIV regroupées dans la même zone du premier pla factoriel. C'est le même résultat que le plan 2 de l'ACP 2 mais cette fois sur des critères de forme

Tableau 44 - Tableau synthétique des ACP os par os (membres supérieurs).

	caractéristiques	N variables	N individus considérés/ ignorés	valeurs propres (%)	plan factoriel 1 axes 1 et 2	plan factoriel 2 axes 2 et 3	plan factoriel 3 axes 1 et 3	conclusions
<i>fémur</i>								
ACP1	format et forme		17 / 329					effectuée seulement pour une illustration des valeurs manquantes
ACP2	format : le périmètre au milieu, les 4 diamètres de la diaphyse	5	125 / 221	axe 1 = 70 ; axe 2 = 13 ; axe 3 = 11 ; axe 4 = 5,5	L'axe 1 ne masque pas la contribution de l'axe 2 malgré l'effet "taille". Différenciation Sep 1 - BCyr	Montre que l'axe 2 structure la Sépulture 1 et la Butte (déjà vu sur le premier plan) et que l'axe 3 structure les Varennes	Montre une différenciation pour les os des Varennes organisés par l'axe 3 donc par les 2 diamètres sous-trochantériens	ACP qui livre des informations jusqu'au 3e plan factoriel. Cette ACP montre une variabilité inter monument selon des variables de format. L'effet "taille" ne masque pas une différence entre Sép. 1 et BCyr.
ACP3	forme	3	27 / 319	axe 1 = 59,5 ; axe 2 = 32,5 ; axe 3 = 8	construit par les indices de robustesse et diaphysaire. Butte St-Cyr et Varennes sont assez nettement opposées			La sépulture 1 et la Fosse XIV ne sont pratiquement pas représentées. Butte St-Cyr et Varennes sont assez nettement opposées sur les critères de forme
ACP4	forme avec les indices de la diaphyses	2	124 / 222	axe 1 = 68 ; axe 2 = 32	un seul plan, voir conclusions. Les 2 indices contribuent de manière égale			Visé à obtenir la prise en compte d'un plus grand nombre d'ind. en ne considérant que les 2 indices sur la diaphyse. Information concentrée mais on décèle un classement des 4 monuments selon la forme
ACP6	Forme (les 2 indices de la diaphyse) et format (les 4 diamètres de la diaphyse qui construisaient le 2e plan factoriel de l'ACP2)	6	124 / 222	axe 1 = 47 ; axe 2 = 31 ; axe 3 = 15 ; axe 4 = 7	la forme va dans le même sens que le format, confirmation d'une opposition Sep 1 - BCyr	L'axe 3 est construit par les 2 indices. Gradient BCyr-Varennes-Sep-Fosse XIV	répartitions homogènes	Opposition Sép. 1 - BCyr sur des critères de forme et de format. Gradient ou légère opposition 2 à 2 différente de l'ulna.
<i>tibia</i>								
ACP1	toutes les mesures et indices	8	20 / 294	axe 1 = 49,3 ; axe 2 = 17,1 ; axe 3 = 16,3				effectuée seulement pour une illustration des valeurs manquantes
ACP2	format : mesures de la diaphyses et périmètres mini	5	84 / 230	axe 1 = 73,2 ; axe 2 = 16,4 ; axe 3 = 5	"Effet taille" pour le facteur 1. Séparation Varennes - Fosse XIV	valeurs propres: 21,4% de l'inertie de la variance;	l'axe 1 domine trop	Le plan 1 montre une séparation entre les Varennes (tendance gracile) et la Fosse XIV (tendance robuste).
ACP4	forme : indices cnémiques et diaph. (imposs. considérer ind. robust.)	2	113 / 201	axe 1 = 83,91 ; axe 2 = 16,09	C'est le seul plan			Les deux individus excentrés de la Fosse XIV le sont pour des raisons de forme.

Tableau 45 - Tableau synthétique des ACP os par os (membres inférieurs).

indices calculés à partir de ces mesures. L'on pourra donc travailler sur le format et la forme.

ACP 1

Avant d'effectuer les analyses sur les variables les mieux représentées qui permettront de prendre en compte le maximum d'individus, une analyse a été faite sur la totalité des mesures et indices.

Elle ne permet de prendre en compte que 22 individus sur 282 ! Les résultats sont les suivants : Les deux premiers axes expriment 75% de

l'information (valeurs propres : pourcentage de l'inertie du nuage de points, c'est-à-dire de la variance). **L'axe 1 est structuré par les mesures (format) ; les deux mesures les plus influentes sont le diamètre horizontal de la tête et le périmètre au milieu de la diaphyse, deux mesures de robustesse plutôt que de stature.** Les axes 2 et 3 sont construits essentiellement par les variables de forme (l'indice de robustesse pour l'axe 2 et les indices de section de la tête et diaphysaire pour l'axe 3).

La Fosse XIV n'apparaît pas : elle ne présente aucun os avec toutes les mesures et indices. La Butte Saint-Cyr est bien répartie. La Sépulture

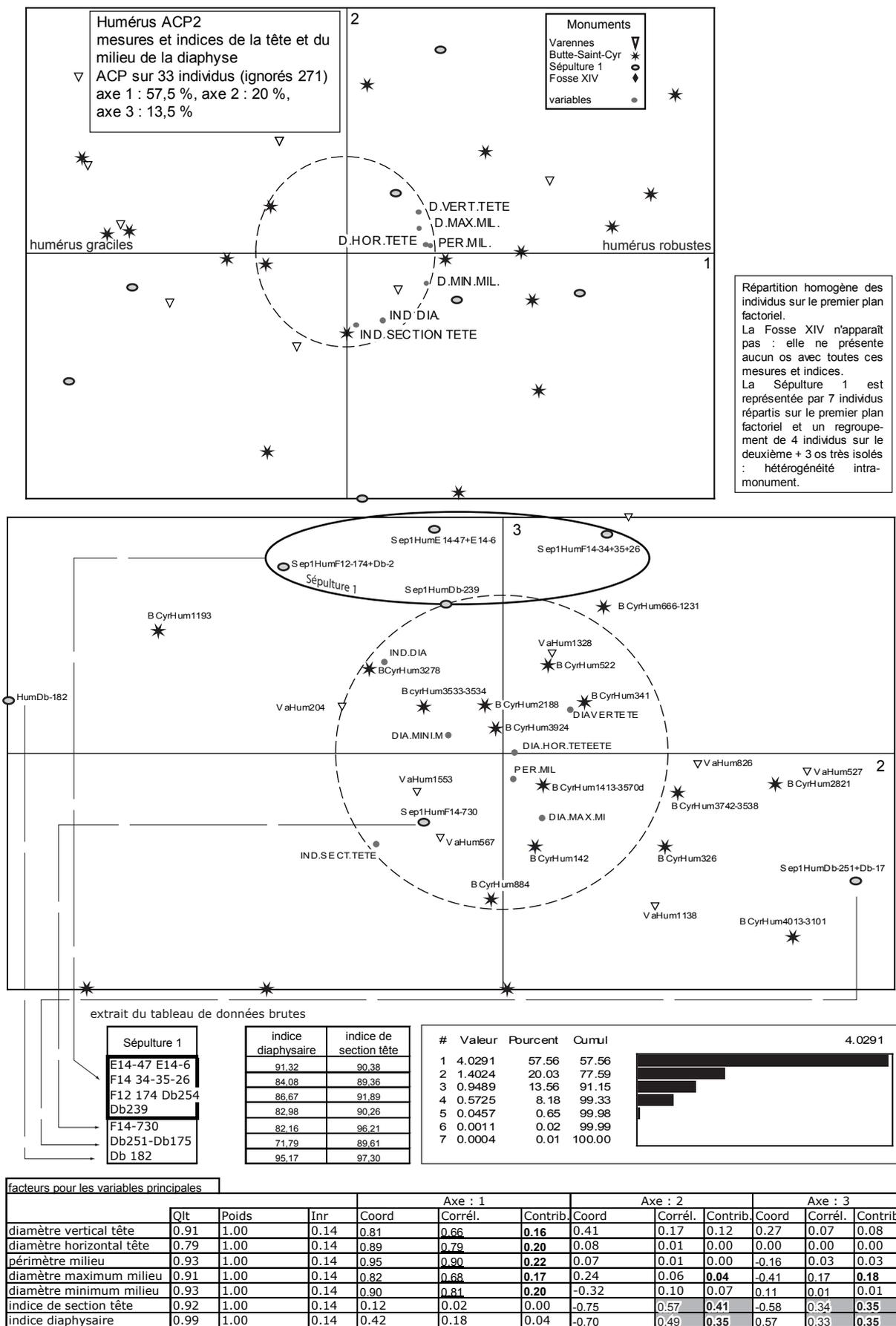


Figure 171 - ACP 2 sur l'humérus.

1 est représentée par 4 individus répartis sur les 2 plans factoriels. Le monument des Varennes est structuré par l'axe 3.

ACP 2 (fig. 171)

C'est une analyse effectuée avec les mesures et indices de la tête et du milieu de la diaphyse.

Il n'y a que 33 individus considérés. Les trois premiers axes expriment 91% de l'information. La Fosse XIV n'apparaît toujours pas. Pour les trois autres séries, sur le premier plan factoriel, la répartition est homogène. Ce premier plan est essentiellement construit par des variables de format : en effet, le premier facteur a une valeur propre de 57,6% et ce sont les mesures qui contribuent essentiellement à ce premier axe avec une bonne qualité de représentation (tableau de la figure 171, valeurs soulignées : $\cos^2 = 0,66$ à 0,9). Comme pour l'ACP 1, ce sont des mesures de robustesse (diamètres, périmètre). **Ainsi, sur des variables de format exprimant plutôt la robustesse, les trois monuments sont peu discriminés.**

Pour le deuxième plan factoriel, la Sépulture 1 est structurée par l'axe 3. Ce sont les deux indices qui contribuent le plus fortement à l'axe 3 (tableau de la figure 171, cases grisées), avec de bonnes corrélations (\cos^2), mais qui ne dépassent pas le seuil choisi (0,5). Les deux indices contribuent aussi le plus fortement à la construction de l'axe 2 ; ce sont donc eux qui structurent essentiellement le deuxième plan factoriel. **C'est donc la forme qui structure ce deuxième plan.** Les individus de la Sépulture 1 projetés en haut de l'axe 3 (fig. 171, groupe de 4 individus dans l'ovale sur la projection), mais aussi les 2 individus aux deux extrêmes de la projection ont l'un de ces deux indices fort ; **on a ici une hétérogénéité intra-monument pour la Sépulture 1 sur des critères de forme.**

La Sépulture 1 s'isole donc sur le deuxième plan factoriel selon des critères de forme, mais de façon hétérogène. Pour les deux autres monuments, la répartition est homogène.

ACP3 (fig. 172)

C'est une analyse sur le format et la forme en considérant peu de variables : les mesures du milieu de la diaphyse (périmètre, les deux diamètres) et l'indice diaphysaire.

L'ACP porte sur 170 individus (ignorés : 134). La contribution des axes est la suivante : axe 1 : 69,6%, axe 2 : 29,3%, soit 99% pour les deux ; seul le premier plan factoriel sera donc étudié. L'analyse ne porte que sur un petit nombre d'éléments mais l'information est claire et les quatre monuments sont représentés ; la Fosse XIV apparaît donc et l'analyse porte sur un grand nombre d'individus. Comme précédemment mais de manière encore plus marquée, l'axe 1 est structuré par les mesures (avec un effet "taille", toutes les variables sont corrélées positivement avec le facteur 1, ce que l'on peut voir sur la figure : les variables sont sur le cercle des corrélations, côté positif, c'est-à-dire à droite) et l'axe 2 est structuré par l'indice. Les individus de la Butte Saint-Cyr et de la Sépulture 1 sont répartis de manière homogène. Les Varennes sont structurées par l'axe 1, vers la gauche, et par l'axe 2 vers le haut. La Fosse XIV est structurée par l'axe 2, donc par l'indice ; tous les individus sont à droite sauf 2 ; elle est aussi structurée par l'axe 2 avec 2 individus isolés en haut. Cette opposition est confirmée par l'histogramme de distribution de l'indice diaphysaire (placé sur la fig. 172) qui contribue fortement à l'axe 2 avec une forte corrélation (cor

$= \cos^2 = 0,83$) et une forte contribution (0,71). Pour la Fosse XIV, l'aspect bimodal de la distribution de l'indice diaphysaire est lisible sur ce plan factoriel. Rappelons cependant que le test de Shapiro et Wilk établissait la normalité de la distribution ($p = 0,08$; cf. *supra* chapitre normalité et histogramme de la figure) et que cette bimodalité n'est donc pas statistiquement significative. De plus, la faiblesse de l'échantillon pour ce monument relativise cette bimodalité.

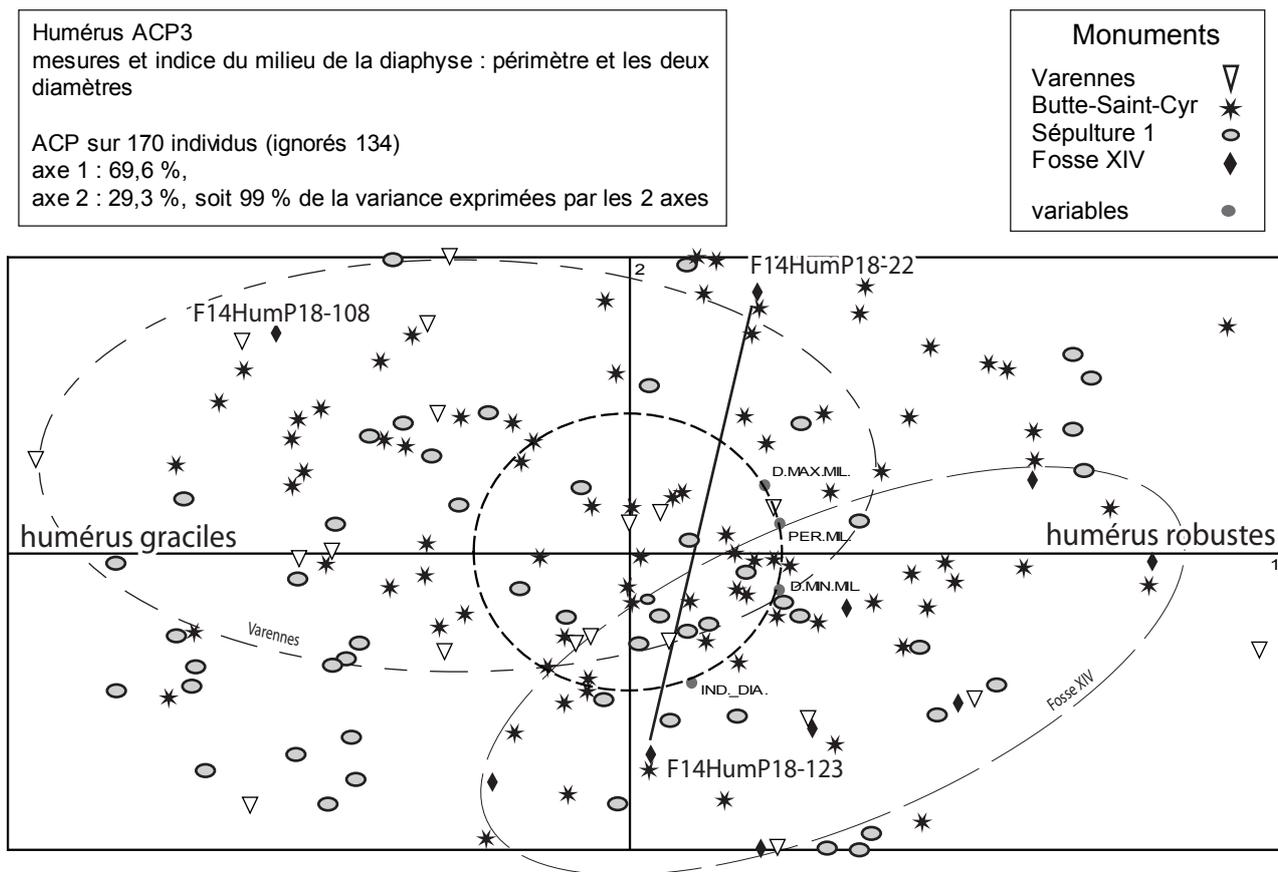
Les facteurs 1 et 2, construits respectivement par le format et la forme, opposent les Varennes et la Fosse XIV, tandis que les deux autres ensembles ne sont pas différenciés.

ACP 5 (fig. 173)

C'est une ACP sur le format uniquement (donc sans les indices) avec les mesures du milieu de la diaphyse (périmètre et les deux diamètres) et celles de la tête.

L'analyse porte sur 33 individus (ignorés 271). Les contributions des axes sont les suivantes : axe 1 : 77,7%, axe 2 : 13%, axe 3 : 6%. Les deux premiers axes expriment donc plus de 90% de l'information. La Fosse XIV n'apparaît pas. En effet, pour les humérus de ce monument, les diamètres de la tête et de la diaphyse ne sont jamais mesurables pour un même os. C'est donc une ACP sur le format avec 5 mesures et 3 monuments. La Butte Saint-Cyr, la Sépulture 1 et les Varennes sont structurées par l'axe 1 avec un effet "taille" des mesures les plus petites vers les plus grandes. Les humérus des Varennes sont situés "côté gracile", tandis que les deux autres monuments sont bien répartis sur le plan factoriel. Ceci incite à observer la projection sur le deuxième plan factoriel : elle montre que la Sépulture 1 est structurée par l'axe 3. Elle montre aussi que la Butte Saint-Cyr est effectivement structurée par l'axe 2, mais 2 groupes apparaissent (concrétisés par un trait sur la figure), ce que ne montrait pas le premier plan factoriel. Ce sont les diamètres qui sont à l'origine de ces deux groupes ; le périmètre n'influe pas. C'est une question de robustesse. Nous avons donc vérifié la localisation des os de la Butte Saint-Cyr pour ces deux "groupes" au sein du monument. Toutes les pièces du "nuage" de droite appartiennent à 2109 bis, les os du nuage de gauche appartiennent à la cellule (2 os : 522 et 884) ou à 2109bis (6 os). Il y a des humérus droits et gauches. L'explication spatiale ne peut donc être prise en compte.

L'axe 2 sépare donc 2 groupes de la Butte Saint-Cyr et ce sont les 2 diamètres de la tête qui contribuent fortement à la construction de cet axe (cases grises dans le tableau de la fig. 173) : il s'agit peut-être d'un effet lié au sexe. Cependant, il faut s'assurer que ce ne sont pas des individus aux mesures extrêmes qui structurent la Butte Saint-Cyr en 2 groupes. Pour contrôler cela, l'on fait apparaître la contribution des individus (taille du symbole proportionnelle et dans la direction de l'axe pour lequel la contribution de l'individu est forte). Quatre individus influent sur l'axe 2, 2 de la Butte Saint-Cyr et 2 de la Sépulture 1 ; 3 sont très excentrés (BcyrHum4013-3101, Bcyr2793 et Sep1HumDb182) et un autre est sur le cercle des corrélations (BcyrHum3278) (fig. 173). En supprimant ces 3 individus très excentrés de l'analyse, la dichotomie est encore plus flagrante : ce ne sont donc pas eux qui en sont à l'origine. Il y a deux groupes au sein la Butte Saint-Cyr entre lesquels les différences sont plus fortes qu'entre la Butte Saint-Cyr et les Varennes ou la Butte Saint-Cyr et la Sépulture 1. Que cette différence soit liée au sexe paraît tout à fait pertinent, les dimensions de la tête du fémur présentent un dimorphisme sexuel marqué pour de nombreuses populations.



Les individus de la Butte Saint-Cyr et de la Sépulture 1 sont répartis de manière homogène. Les Varenes sont un peu structurées par l'axe 1, à gauche mais pas complètement. La Fosse XIV est structurée par l'axe 1, tous les individus à droite sauf un ; elle est aussi structurée par l'axe 2 avec 2 individus (légendés) en haut. Cette opposition est confirmée par l'histogramme de distribution de l'indice diaphysaire qui contribue fortement à l'axe 2 avec une bonne corrélation ($\cos = 0,83$ cf tableau ci-dessous). La distribution est considérée normale avec le test de Shapiro et Wilk ($p = 0,08$ cf. histogramme ci-dessous).

ACP3 : facteurs pour les variables principales

	Qlt	Poids	Inr	Axe : 1 Coord.	Axe : 1 Corrél.	Axe : 1 Contrib.	Axe : 2 Coord.	Axe : 2 Corrél.	Axe : 2 Contrib
périmètre milieu	1.00	1.00	0.25	0.96	0.92	0.33	0.23	0.05	0.04
diamètre maximum milieu	1.00	1.00	0.25	0.88	0.77	0.28	0.47	0.22	0.19
diamètre minimum milieu	1.00	1.00	0.25	0.96	0.92	0.33	-0.27	0.07	0.06
indice diaphysaire	1.00	1.00	0.25	0.41	0.17	0.06	-0.91	0.83	0.71

Contrib. = poids
Corrél. = qualité

gras : contribution supérieure à la contribution moyenne des variables
souligné : corrélation (\cos^2) supérieure au seuil de 0,5

Histogramme : indice diaphysaire
K-S d=.21991, p> .20; Lilliefors p<.15
Shapiro-Wilk W=.87253, p=.08354

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	2.7857	69.64	69.64
2	1.1708	29.27	98.91
3	0.0424	1.06	99.97
4	0.0011	0.03	100.00

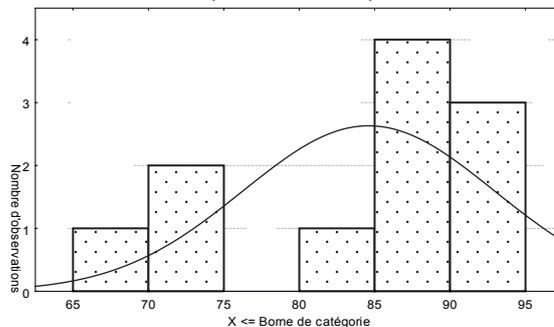


Figure 172 - ACP 3 sur l'humérus.

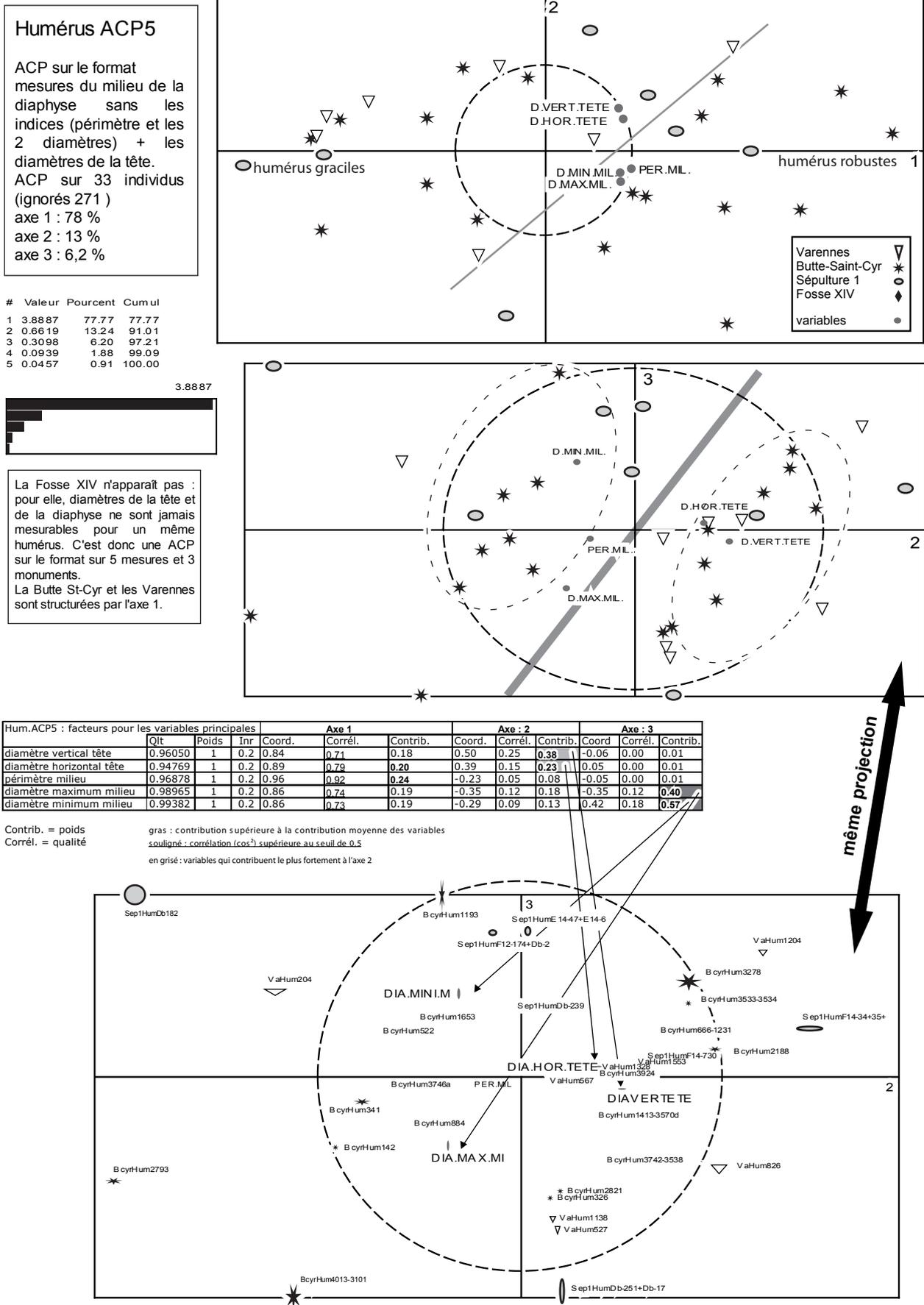


Figure 173 - ACP 5 sur l'humérus : en bas, la taille du symbole est proportionnelle à la contribution de l'os.

Le premier facteur exprime 78% de la variance, mais les facteurs 2 et 3 permettent de mettre en évidence un phénomène secondaire : la séparation en deux sous-groupes dans la Butte Saint-Cyr, qui n'est pas imputable aux données extrêmes et qui pourrait être liée au sexe. Pour ce monument, les variations de dimensions intragroupes pour cet os sont donc plus fortes que les variations intergroupes : pour cette question de la séparation en deux sous-groupes liée au sexe, cf. *infra* les ACP avec les 4 sépultures collectives et la série médiévale du cimetière de l'église Sainte-Cécile-de-Porte-Joie pour le fémur.

ACP 6 et 7

C'est une analyse sur la forme en prenant en compte les 3 indices de l'humérus.

Les 3 premiers axes expriment 100% de l'information (47%, 31% et 22%). La Fosse XIV n'apparaît pas, aucun de ses humérus ne présente les 3 indices en même temps. La Butte Saint-Cyr est répartie assez uniformément, mais est davantage structurée par l'axe 2. La Sépulture 1 est structurée par l'axe 1, ainsi que les Varennes.

Conclusion sur les ACP sur l'humérus

La Fosse XIV est difficile à intégrer aux ACP par manque de données. Seule l'ACP 3 comporte les 4 monuments (fig. 172).

Les monuments présentent des différences qui ne sont perceptibles qu'à partir du deuxième plan factoriel, car le premier plan est construit par la robustesse. La Butte Saint-Cyr est globalement peu différenciée, mais on peut distinguer deux sous-groupes sur des critères de format (ACP 5). La Sépulture 1 s'isole sur des critères de forme (ACP 2). La Fosse XIV et les Varennes se distinguent par des critères de forme et de format (ACP 3).

Ulna

ACP 1 (fig. 174)

C'est une analyse sur le format (périmètre et 4 diamètres de la diaphyse, fig. 174), sur 52 individus (221 ignorés).

Il est intéressant d'étudier les 3 premiers plans factoriels (1-2 ; 2-3 ; 3-4). Pour le premier plan factoriel, on observe un effet "taille" ainsi qu'une opposition marquée entre la Fosse XIV et les Varennes selon l'axe 1 qui exprime 71% de l'information. L'axe 1 est construit par le périmètre et les deux diamètres antéro-postérieurs. De plus, mais de manière beaucoup plus ténue, l'axe 1 organise la Butte Saint-Cyr d'une part, qu'il rapproche de la Fosse XIV, et la Sépulture 1 d'autre part, qu'il rapproche des Varennes. Ici la variabilité inter monuments est plus forte que la variabilité intra-monuments. Sur le deuxième plan, le facteur 2 est construit par deux variables (les diamètres transverses en gras dans le tableau de la fig. 174) qui n'induisent pas de distinction entre monuments ou à l'intérieur des monuments. L'axe 3, quant à lui, construit par les diamètres antéro-postérieurs, confirme des différences inter monuments notamment de nouveau entre les Varennes et la Fosse XIV.

On observe une forte variabilité inter monuments sur des variables de format pour cet os : opposition Fosse XIV – Va-

rennes. De manière moins nette, il y a opposition Fosse XIV-Butte Saint-Cyr vis à vis des Varennes et de la Sépulture 1.

ACP 2

C'est une analyse sur le format (4 diamètres de la diaphyse en enlevant le périmètre) avec 105 individus (168 ignorés).

Elle montre les mêmes distinctions mais de manière plus diffuse, ce qui met en avant l'importance de cette variable métrique dans la structuration des données. On observe un "effet taille" pour le facteur 1 qui donne une sorte de gradient de robustesse. Pour le deuxième plan (axes 2 et 3), les 2 diamètres transverses construisent l'axe 2, les 2 diamètres antéro-postérieurs construisent le 3. La Fosse XIV et surtout les Varennes sont structurées par ce plan. Même si le nombre d'individus n'est pas très important pour ces deux monuments, la structuration est très nette et confirme la variabilité inter monument pour cet os.

ACP 3

C'est une analyse sur le format et la forme : (périmètre, les 4 diamètres de la diaphyse et les deux indices diaphysaires) avec 50 individus (223 ignorés).

L'information est moins concentrée sur le premier axe, mais davantage répartie sur les 4 premiers : respectivement 52,9%, 24%, 13,4% et 6%. Les axes 1 et 4 sont structurés par les mesures et les axes 2 et 3 sont structurés par les indices. L'axe 1 continue à séparer Varennes et Fosse XIV, mais Butte Saint-Cyr et Sépulture 1 sont réparties de manière homogène. Le plan 2 est une projection construite par la forme. La répartition du nuage de points ne présente pas d'organisation en fonction des monuments et des axes.

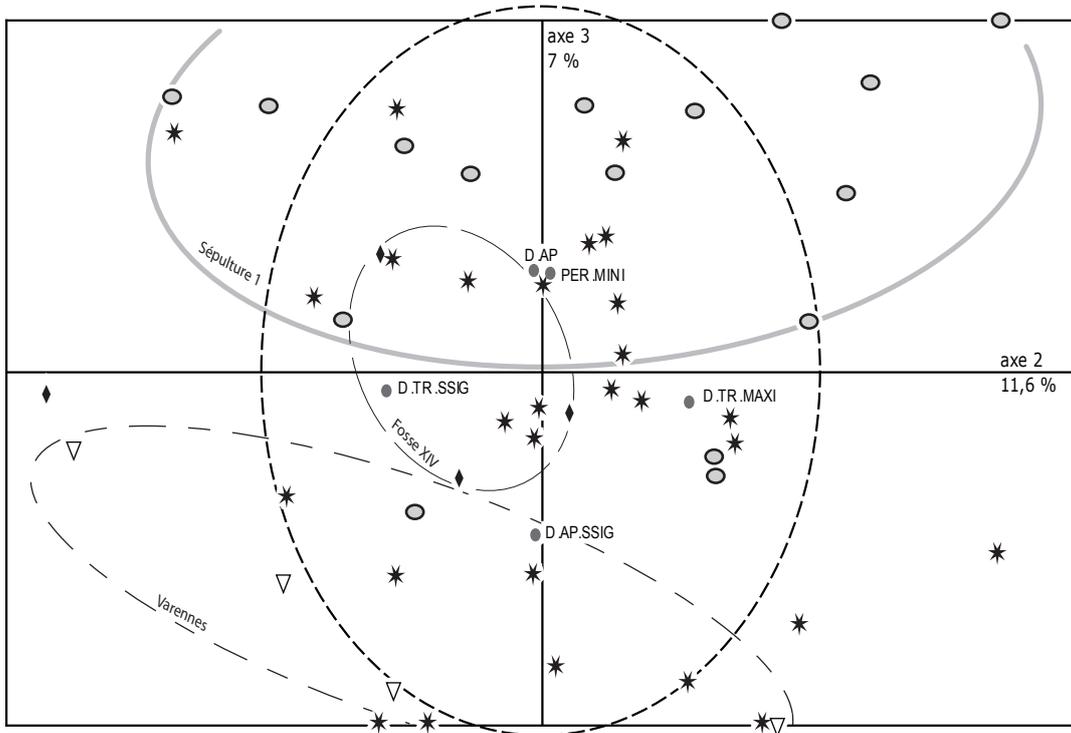
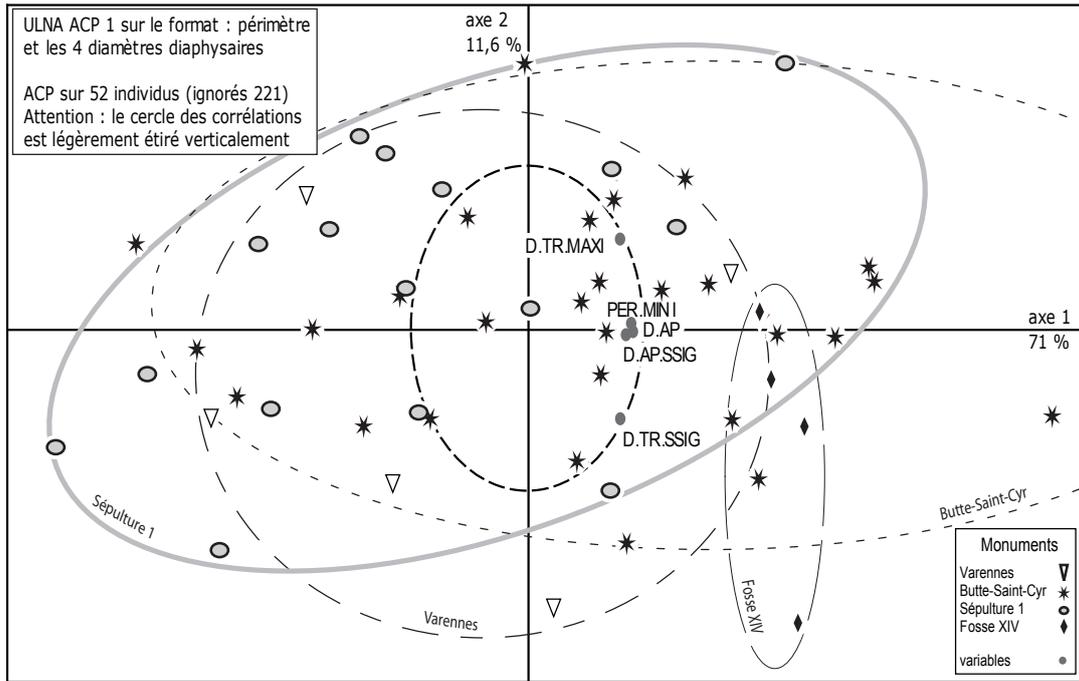
ACP 4 sur le format et la forme

Pour ajouter des individus, on ne considère plus le périmètre, mais seulement les 4 diamètres de la diaphyse et les deux indices diaphysaires : analyses sur 103 individus (170 ignorés). Cette analyse permet d'augmenter le nombre d'individus et confirme l'importance du périmètre minimum. L'axe 1 est construit par les mesures, tandis que l'axe 2 est construit par les indices.

ACP 5 sur la forme (deux indices diaphysaires)

100% de l'information sont concentrés sur les deux premiers axes : analyses sur 103 individus (170 ignorés). Il y a une forte différenciation des Varennes et de la Fosse XIV regroupées dans la même zone du premier plan factoriel.

Les ACP sur l'ulna permettent de mettre en évidence les éléments suivants : les Varennes et la Fosse XIV sont discriminées à la fois par des variables de forme et de format. Pour le format, cette discrimination oppose les deux (ulnas plus graciles pour les Varennes et plus robustes pour la Fosse XIV) ; pour la forme, elle les réunit. Sur le plan du format, la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr s'opposent, quoique de manière moins marquée que les deux autres : la Sépulture 1 va dans le sens des Varennes (gracilité), tandis que la Butte Saint-Cyr va dans le sens de la Fosse XIV (robustesse).



ACP1 : facteurs pour les variables principales		Axe : 1				Axe : 2				Axe : 3			
	Qlt	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.
périmètre minimum	0.92	0.89	0.79	0.22	0.04	0.00	0.00	0.26	0.07	0.20			
diamètre transverse sous-sigmoïdien	0.99	0.78	0.62	0.17	-0.54	0.30	0.51	-0.04	0.00	0.01			
diamètre antéro-postérieur sous-sigmoïdien	1.00	0.86	0.74	0.21	-0.02	0.00	0.00	-0.45	0.20	0.57			
diamètre transverse maximum	1.00	0.79	0.62	0.17	0.53	0.28	0.49	-0.07	0.01	0.02			
diamètre antéro-postérieur	0.88	0.90	0.81	0.23	-0.01	0.00	0.00	0.27	0.07	0.21			

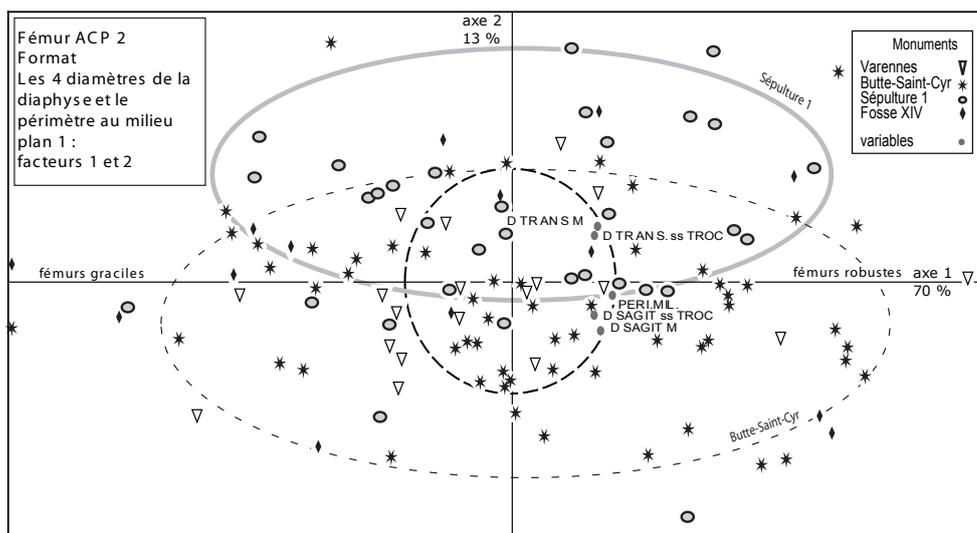
Ctr = poids
Corrél. = qualité

gras : contribution supérieure à la contribution moyenne des variables
souligné : corrélation (cos²) supérieure au seuil de 0,5

#	Valeur	Pourcent	Cumul	
1	3.5673	71.35	71.35	
2	0.5798	11.60	82.94	
3	0.3520	7.04	89.98	
4	0.2872	5.74	95.73	
5	0.2137	4.27	100.00	

3.5673

Figure 174 - ACP 1 sur l'ulna.



FEM2006ACP2 : facteurs pour les variables principales	Axe : 1				Axe : 2				Axe : 3				Axe : 4			
	Qlt	Poids	Inr	Coord	Corré.	Contrib	Coord	Corré.	Contrib	Coord	Corré.	Contrib	Coord	Corré.	Contrib	
diamètre sagittal au milieu	0.99	1.00	0.20	0.85	0.72	0.21	-0.43	0.18	0.28	-0.23	0.05	0.09	0.19	0.04	0.13	
diamètre transverse au milieu	1.00	1.00	0.20	0.80	0.63	0.18	0.47	0.22	0.34	-0.29	0.08	0.15	-0.25	0.06	0.23	
diamètre transverse sous trochantérien	1.00	1.00	0.20	0.78	0.62	0.18	0.39	0.16	0.24	0.37	0.13	0.25	0.31	0.09	0.34	
diamètre sagittal sous trochantérien	1.00	1.00	0.20	0.79	0.62	0.18	-0.28	0.08	0.12	0.47	0.22	0.40	-0.29	0.08	0.30	
périmètre au milieu	0.98	1.00	0.20	0.96	0.91	0.26	-0.10	0.01	0.02	-0.24	0.06	0.11	0.03	0.00	0.00	

Ctr = poids
Cor = qualité

gras : contribution supérieure à la contribution moyenne des variables
souligné : corrélation (cos²) supérieure au seuil de 0,5

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.5018	70.04	70.04
2	0.6455	12.91	82.95
3	0.5442	10.88	93.83
4	0.2815	5.63	99.46
5	0.0270	0.54	100.00

3.5018

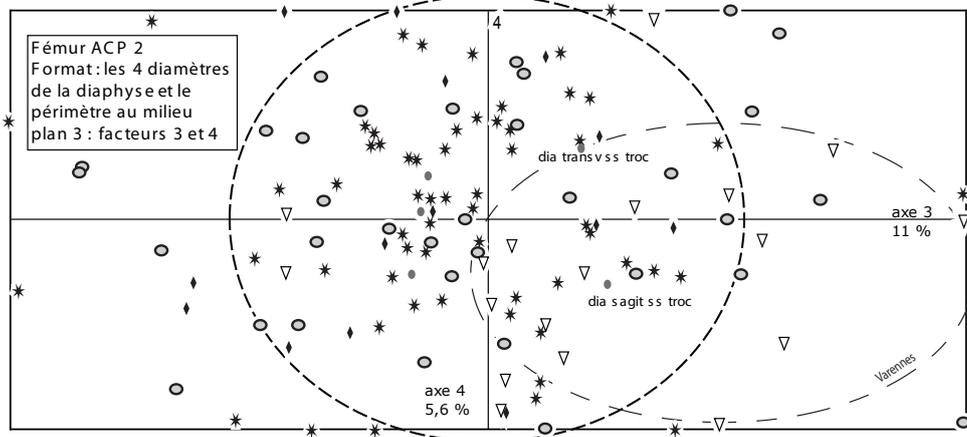
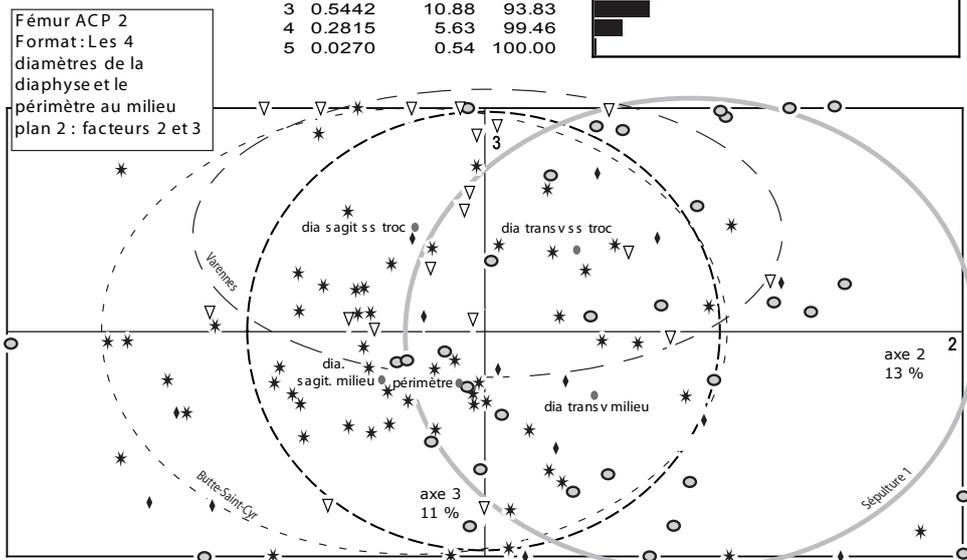


Figure 175 - ACP 2 sur le fémur.

Fémur

ACP 1

À titre indicatif pour illustrer la question des valeurs manquantes, c'est une ACP avec toutes les variables (mesures et indices) : l'analyse s'effectue seulement sur 17 observations avec 329 individus ignorés !

ACP 2 (fig. 175) sur le format : les 4 diamètres de la diaphyse et le périmètre au milieu.

Elle porte sur 125 individus (221 ignorés). Les 4 premiers axes expriment 99,5% de la variance, nous observerons donc les trois premiers plans factoriels. L'axe 1 exprime 70% de l'information ce qui est beaucoup, mais ne masque cependant pas la contribution de l'axe 2 sur le premier plan factoriel (fig. 175). La répartition n'est pas tout à fait homogène ; un aspect positif est l'absence de superpositions et le fait qu'il y a peu de points excentrés. L'axe 1 est construit par les 5 variables avec une forte influence du périmètre au milieu, les individus se répartissent uniformément le long de cet axe avec un effet "taille" des graciles vers les robustes comme pour les autres os longs. L'axe 2 organise et oppose les individus de la Butte Saint-Cyr (en bas) et de la Sépulture 1 (en haut), avec un chevauchement des nuages de points (individus) ; cet axe 2 est construit avec les 2 diamètres au milieu et le diamètre transverse sous-trochantérien (tableau de la fig. 175). L'axe 3 est construit avec les contributions des 2 diamètres sous-trochantériens. Le deuxième plan factoriel montre que l'axe 2 structure la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr (déjà vu sur le premier plan) et que l'axe 3 structure les Varennes. Le troisième plan factoriel, pour lequel la projection des individus ne dépasse guère le cercle des corrélations, ne montre pas de répartition particulière pour 3 des monuments, mais montre une localisation pour les os des Varennes organisés par l'axe 3, donc par les 2 diamètres sous-trochantériens (fig. 175). Ces projections montrent des tendances qu'il faut affiner par une ACP complémentaire sur la forme. Cette ACP montre une variabilité inter monument selon des variables de format. L'effet "taille" ne masque pas une différence entre Sépulture 1 et Butte Saint-Cyr.

ACP 3 et 4 sur la forme

C'est une ACP construite avec les trois indices, puis les deux qui concernent les diamètres de la diaphyse.

Pour l'ACP 3, l'analyse ne peut considérer que 27 individus, car l'indice de robustesse nécessite la longueur physiologique de l'os qui est rarement mesurable ici ; la Sépulture 1 et la Fosse XIV ne sont pratiquement pas représentées. Butte St-Cyr et Varennes sont assez nettement opposées sur les critères de forme. L'ACP 4 vise à obtenir la prise en compte d'un plus grand nombre d'individus en ne considérant que les 2 indices sur la diaphyse. Il apparaît un "gradient" de la Sépulture 1 à la Butte Saint-Cyr en passant par la Fosse XIV et les Varennes. Mais la construction à partir de 2 variables et la concentration de l'information sur 2 axes rend la lecture difficile. Il faut à nouveau combiner le format et la forme pour voir si ce gradient apparaît toujours et il sera alors envisageable de l'interpréter.

ACP 6 (fig. 176)

C'est une analyse sur la forme (les 2 indices de la diaphyse) et le format (les 4 diamètres de la diaphyse qui construisaient le 2^e plan factoriel de l'ACP 2).

L'analyse porte sur 124 individus (222 ignorés). Les 3 premiers axes expriment 92,5% de la variance. L'axe 1 (46,7%) est construit par 3 diamètres (dont les 2 sous-trochantériens). Il ne structure pas particulièrement les individus des 4 monuments qui sont répartis uniformément le long de cet axe. De nombreux points sont projetés aux extrêmes, notamment de part et d'autre de l'axe 2, en haut la Sépulture 1 et en bas la Butte Saint-Cyr (fig. 176). On est dans la même configuration que pour le premier plan factoriel de l'ACP 2, alors que cette dernière est une analyse sur le format uniquement ; ajoutons que, pour l'ACP 6, le 2^e axe est construit par des mesures (les 2 diamètres transverses) et les deux indices (tableau des contributions et corrélations de la fig. 176). Ceci signifie que la séparation Sépulture 1 / Butte Saint-Cyr est confirmée avec une ACP prenant en compte à la fois la forme et le format. Le 2^e plan factoriel de l'ACP 6 est intéressant ; il exprime 46% de la variance (l'axe 2, 31% et l'axe 3, 15%). On a de nouveau une structuration, mais plutôt qu'un "gradient" comme pour l'ACP 4, on a 2 groupes d'ellipse, d'un côté Butte Saint-Cyr et Varennes et de l'autre Sépulture 1 et Fosse XIV sous le contrôle de l'axe 2 c'est-à-dire des 2 diamètres transverses et des 2 indices. Cette structure 2 à 2 était d'ailleurs visible pour l'ACP 4 avec les mêmes associations.

Les ACP sur le fémur permettent de dégager les tendances suivantes :

- **ACP 2 et 6 : opposition Sépulture 1 / Butte Saint-Cyr, que ce soit forme ou format, encore plus nette quand il s'agit des deux à la fois.**
- **ACP 2 : les Varennes s'isolent sous l'influence des diamètres sous trochantériens.**
- **ACP 4 et 6 : Organisations des individus en "gradient", exprimé par l'axe 1 pour l'ACP 4 et par l'axe 2 pour l'ACP 6 ; pour cette dernière, l'axe 1 exprime l'opposition Sépulture 1 / Butte Saint-Cyr sous l'influence des 2 diamètres sous-trochantériens et du diamètre sagittal au milieu. Cependant, l'ACP 6 confirme les appariements décelés par l'ACP 4 : Sépulture 1-Fosse XIV d'une part et Butte Saint-Cyr-Varennes d'autre part. En d'autres termes, cette "organisation" des monuments 2 à 2 se fait sur des critères de forme pour l'ACP 4 et des critères de forme et format pour l'ACP 6.**

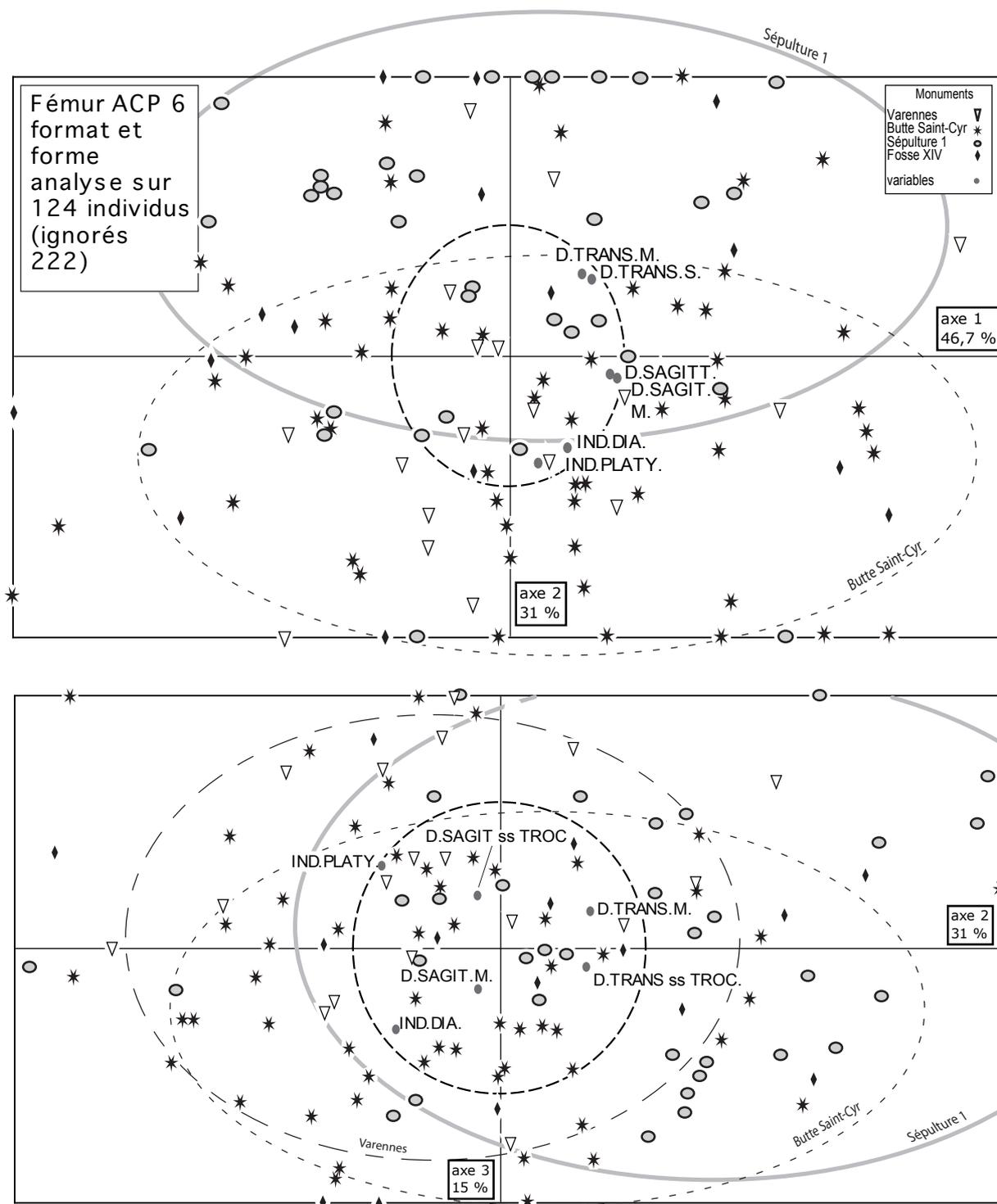
Tibia

ACP 1

Analyse effectuée seulement pour une illustration des valeurs manquantes : l'analyse porte sur 20 individus et en ignore 294.

ACP 2 (fig. 177)

C'est une analyse sur le format. Sur le premier plan (axes 1 et 2), il n'y a pas d'opposition entre les mesures (variables), elles se situent toutes du même côté du cercle des corrélations et pratiquement sur lui ; elles sont toutes positivement et fortement corrélées avec le facteur 1. C'est un "effet taille" typique des ACP sur les données biométriques ; c'est-à-dire que le premier facteur classe les individus depuis ceux qui présentent les plus faibles valeurs pour les variables considérées vers ceux qui présentent les plus fortes valeurs. Ce plan montre une séparation entre les Varennes (tendance gracile) et la Fosse XIV (tendance robuste sauf deux individus "en haut" de l'axe 2, légendés sur la projection de la fig. 177). De plus, la Fosse XIV présente des individus nettement excentrés



ACP6 : facteurs pour les variables principales	Axe : 1			Axe : 2			Axe : 3		
	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.
diamètre sagittal au milieu	0.90	<u>0.81</u>	0.29	-0.15	0.02	0.01	-0.29	0.08	0.09
diamètre transverse au milieu	0.62	0.39	0.14	0.61	0.38	0.20	0.25	0.06	0.07
diamètre transverse sous trochantérien	0.71	<u>0.50</u>	0.18	0.59	0.35	0.18	-0.12	0.01	0.01
diamètre sagittal sous trochantérien	0.87	0.76	0.27	-0.14	0.02	0.01	0.36	0.13	0.14
indice diaphysaire	0.50	0.25	0.09	-0.68	0.46	0.24	-0.53	0.28	0.31
indice platymérie	0.25	0.06	0.02	-0.78	<u>0.62</u>	0.33	0.55	0.31	0.34

Ctr = poids

Corrél. = qualité

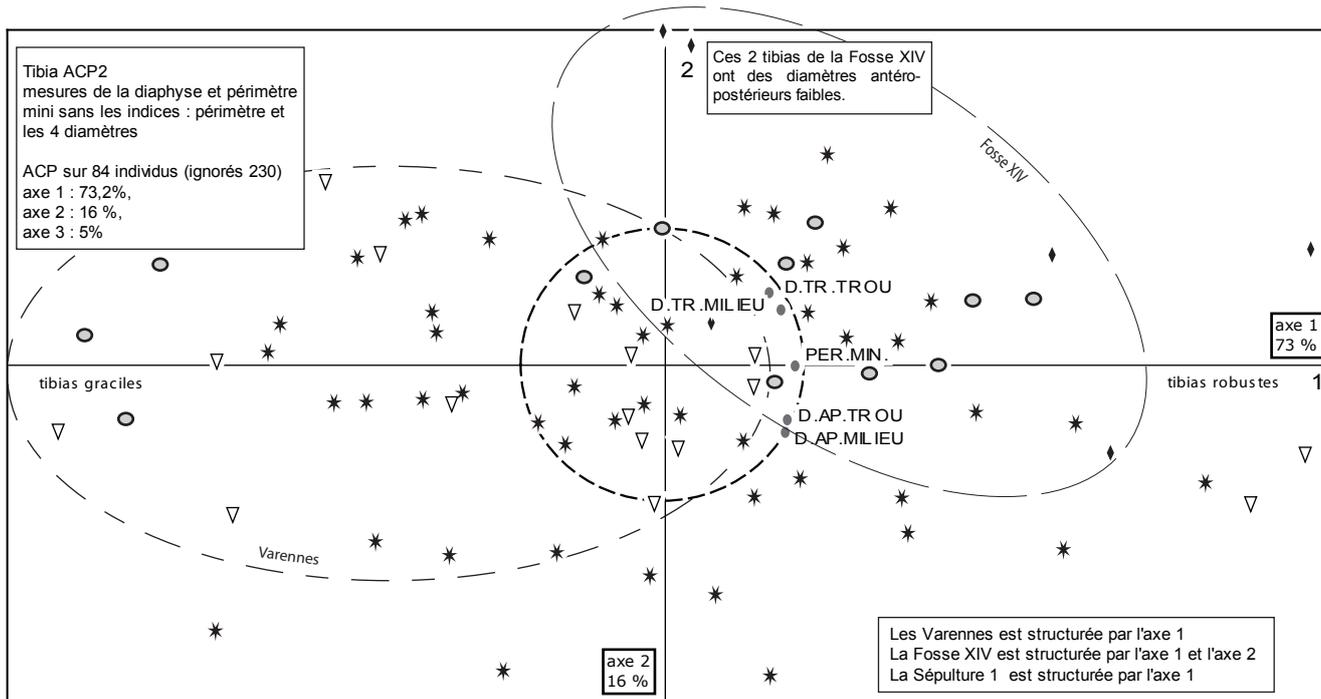
gras : contribution supérieure à la contribution moyenne des variables
 souligné : corrélation (cos²) supérieure au seuil de 0,5

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	2.7993	46.66	46.66
2	1.8618	31.03	77.68
3	0.8890	14.82	92.50
4	0.4459	7.43	99.93
5	0.0023	0.04	99.97
6	0.0017	0.03	100.00

2.7993



Figure 176 - ACP 6 sur le fémur.



#	Valeur	Pourcent	Cumul	3.6626
1	3.6626	73.25	73.25	
2	0.8192	16.38	89.64	
3	0.2448	4.90	94.53	
4	0.1807	3.61	98.15	
5	0.0927	1.85	100.00	

ACP : facteurs pour les variables principales				axe 1			axe 2			axe 3		
	Qlt	Poids	Inr	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.
diamètre antéro-post. au trou nourricier	0.93	1.00	0.20	0.87	0.76	0.21	-0.38	0.15	0.18	0.13	0.02	0.07
diamètre transverse au trou nourricier	1.00	1.00	0.20	0.77	0.60	0.16	0.54	0.29	0.35	0.33	0.11	0.44
diamètre antéro-postérieur au milieu	0.95	1.00	0.20	0.85	0.73	0.20	-0.47	0.23	0.28	-0.01	0.00	0.00
diamètre transverse au milieu	0.97	1.00	0.20	0.84	0.70	0.19	0.40	0.16	0.19	-0.33	0.11	0.45
périmètre minimum	0.88	1.00	0.20	0.93	0.87	0.24	-0.01	0.00	0.00	-0.09	0.01	0.03

Ctr = poids
Corrél. = qualité

gras : contribution supérieure à la contribution moyenne des variables
souligné : corrélation (cos²) supérieure au seuil de 0,5

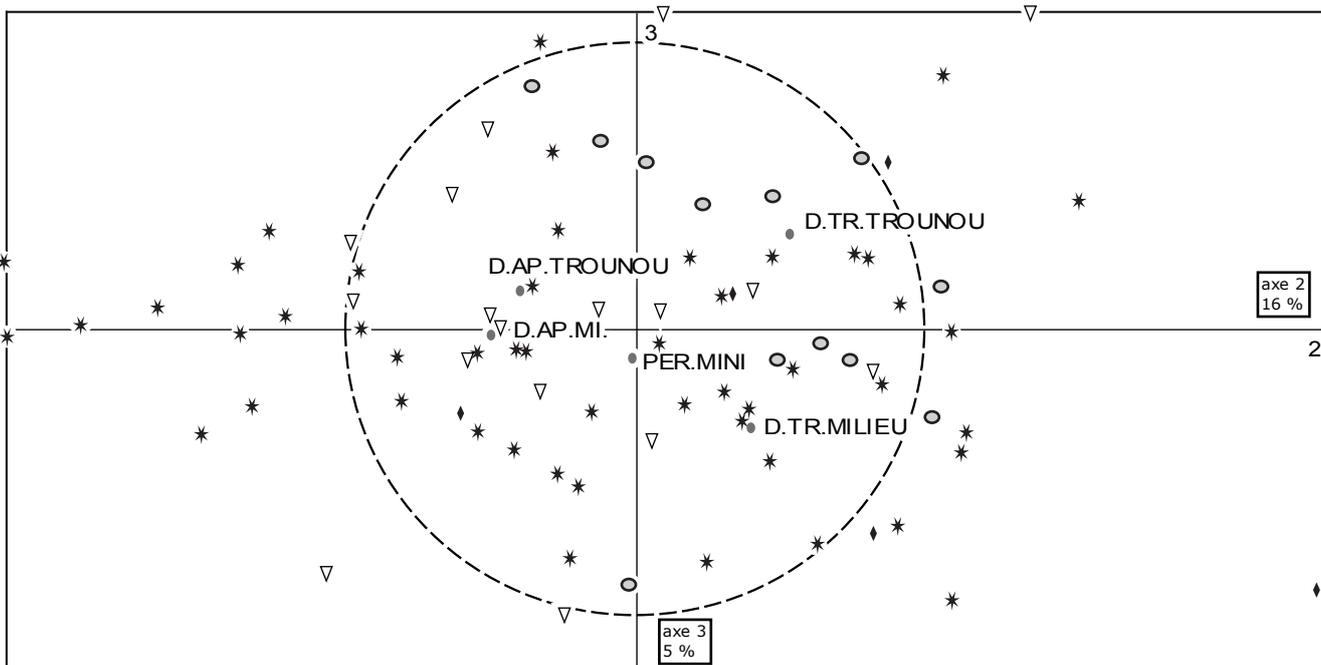


Figure 177 - ACP 2 sur le tibia.

sur la projection, position qui n'est pas expliquée par le format, d'où l'intérêt d'effectuer une ACP uniquement sur la forme.

ACP 4

Cette analyse montre que les deux individus excentrés de la Fosse XIV le sont pour des raisons de forme. C'est la petite valeur des diamètres antéro-postérieurs dans le calcul de l'indice qui provoque cette position, que ce soit pour les projections sur le format ou sur la forme. La répartition des autres monuments présente des différences ténues avec une relative opposition entre La Butte Saint-Cyr et la Fosse XIV.

Les ACP effectuées sur le tibia montrent que les Varennes et la Fosse XIV se différencient sur les variables de format, gracile pour le premier, robuste pour le second.

ACP sur les 4 séries néolithiques et le cimetière médiéval de l'église Sainte-Cécile-de-Porte-Joie (aujourd'hui sur le territoire de la commune de Val-de-Reuil mais située sur l'ancienne commune de Tournedos-sur-Seine) : (fig. 178)

Deux raisons expliquent cette étape qui voit l'injection d'une population médiévale, donc chronologiquement éloignée, mais aussi fouillée dans le même espace géographique, sur le site de La Butte Saint-Cyr (Carré 1996 ; Carré & Guillon 1995). Le cimetière utilisé du VII^e au XIV^e s. a livré 1650 tombes étudiées par l'un d'entre nous des points de vue funéraires et biologiques (Guillon 1997). L'échantillon extrait et utilisé ici comprend 71 individus différents, choisis de manière aléatoire, et dont le sexe a été estimé avec une très bonne fiabilité par l'os coxal, os qui n'a pu être utilisé dans les sépultures néolithiques, évitant ainsi tout raisonnement circulaire. Le but est d'observer, d'une part, le comportement des individus des 5 séries, et, d'autre part, de confirmer une dichotomie sexuelle soupçonnée sur le fémur (*cf. supra*). Le fémur a été sélectionné, car c'est un os connu pour présenter des différences sexuelles secondaires marquées, notamment pour les dimensions de la tête. Une série d'analyses a été effectuée : deux d'entre elles offrent des résultats intéressants.

L'ACP 3

La première (ACP 3, fig. 178) est réalisée sur les diamètres de la diaphyse, les diamètres de la tête et les deux indices de la diaphyse : c'est donc une analyse sur la forme et le format. La variance est exprimée jusqu'au facteur 5 et l'axe 1 exprime 56% de l'inertie, ce qui fait que l'information est moins concentrée qu'avec les séries néolithiques seules. L'axe 1 montre un important effet "taille". Il est construit par la robustesse et montre une variabilité plus importante aux deux extrêmes pour les sujets médiévaux que pour les sujets néolithiques.

En revanche, l'axe 2, qui est construit essentiellement par les variables de forme, montre le contraire : **la variabilité néolithique est plus forte que celle de la population médiévale.**

Le résultat de la diagnose sexuelle effectuée sur les os coxaux (Guillon 1997) a été noté sur la projection. Le bon état de conservation de ces squelettes médiévaux est un gage de fiabilité pour l'estimation du sexe (cette fiabilité dépasse nettement 90% ; Bruzek 1991 1992). La répartition des sujets médiévaux du cimetière de l'église Sainte-Cécile-de-Porte-Joie est homogène avec un certain

vide au centre qui pourrait être lié à une nette dichotomie sous déterminisme sexuel.

La sépulture des Varennes est décalée vers les individus médiévaux graciles, principalement féminins. À l'inverse, les fémurs de la Butte Saint-Cyr et de la Sépulture 1 sont décalés vers les individus médiévaux robustes.

Le nombre d'individus de la Fosse XIV est ici trop faible pour raisonner sur ce monument (il y en a davantage dans l'analyse suivante).

L'ACP 5

Pour pouvoir intégrer la Fosse XIV et parallèlement observer le comportement des individus sans les diamètres qui sont sous fort déterminisme sexuel, l'ACP 5 (fig. 179) porte sur les mêmes variables que l'ACP 3 moins les diamètres de la tête.

La répartition est nettement plus homogène pour l'ensemble des séries et il n'y a plus de dichotomie, ce qui montre bien *a posteriori* que les dimensions de la tête du fémur en étaient responsables. La bipartition sexuelle n'apparaît plus. Les individus du cimetière de l'église Sainte-Cécile-de-Porte-Joie et ceux de la Butte Saint-Cyr présentent une répartition homogène. Les Varennes et la Sépulture 1 sont opposées selon l'axe 2. L'opposition Varennes-Sépulture 1 s'établit sur des critères de forme. La Fosse XIV présente des individus situés presque tous sur la périphérie de la projection de l'ensemble des individus des 5 séries. L'effet "taille", tout en étant présent, est moins important que dans les ACP précédentes et la forme contribue au premier plan factoriel en construisant l'axe 2 avec une excellente qualité (corrélation) et une forte contribution pour les deux indices.

Étape 7 - ACM os par os

Pour l'Analyse des Correspondances Multiples, les cellules vides sont prises en considération et sont des non réponses qui entrent dans l'analyse factorielle. Pour les ACM, les variables numériques (mesures et indices) sont découpées en 4 classes (0 à 3 sur les projections). Les caractères discrets sont considérés absents (a) ou présents (p). Nous avons détaillé la démarche afin que le lecteur puisse suivre les étapes successives et les choix effectués notamment dans les "nettoyages" des tableaux de données, ce qui lui permettra, d'une part d'appréhender la difficulté de mettre en évidence ici des informations souvent ténues et, d'autre part, de juger de la prudence avec laquelle nous avons procédé afin de pouvoir émettre des conclusions pertinentes (tabl. 46).

Humérus

Le premier travail consiste en une épuration pour diminuer le nombre de non réponses. C'est la Fosse XIV qui pose le plus de problème avec un échantillon mesurable faible, par exemple les dimensions de la tête ne sont jamais mesurables sur les humérus de ce monument. On effectue des "nettoyages" successifs des tableaux de données avec notamment l'élimination systématique des os ne présentant aucun caractère discret observable. En fait, l'ACM qui comportera les 4 monuments sera réalisée avec les diamètres au milieu (et donc l'indice diaphysaire : dia mini / maxi x 100), le périmètre et éventuellement sur la largeur de l'épiphyse distale. Ce nouveau nettoyage retire 18 observations. On garde au maximum la perforation olécrânienne. Le tableau de la figure 180 montre cette évolution lors des 3 ACM. La lecture des projections est évidemment beaucoup moins claire que pour les ACP, l'informa-

ACP3 : facteurs pour les variables principales	Axe : 1				Axe : 2				Axe : 3			Axe : 4		
	Qit	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.	Coord.	Corrél.	Contrib.	
diamètre sagittal au milieu	0.96	0.88	<u>0.77</u>	<u>0.15</u>	-0.28	0.08	0.05	-0.31	0.10	0.07	0.12	0.01	0.02	
diamètre transversal au milieu	0.87	0.82	<u>0.67</u>	<u>0.13</u>	0.36	0.13	0.09	0.26	0.07	0.05	-0.04	0.00	0.00	
diamètre transv. ss troch.	0.95	0.68	0.46	0.09	0.44	0.19	0.13	-0.41	0.17	<u>0.13</u>	-0.37	0.14	<u>0.21</u>	
diamètre sagittal ss troch.	0.97	0.81	<u>0.65</u>	<u>0.13</u>	-0.25	0.06	<u>0.04</u>	0.16	0.03	0.02	-0.48	0.23	<u>0.36</u>	
périmètre au milieu	0.92	0.86	<u>0.73</u>	<u>0.15</u>	0.16	0.03	0.02	0.26	0.07	0.05	0.30	0.09	<u>0.14</u>	
diamètre horizontal de la tête	0.93	0.84	<u>0.70</u>	<u>0.14</u>	0.14	0.02	0.01	0.30	0.09	0.07	0.34	0.12	<u>0.18</u>	
diamètre vertical de la tête	0.93	0.95	<u>0.90</u>	<u>0.18</u>	-0.02	0.00	0.00	-0.18	0.03	0.02	-0.01	0.00	0.00	
indice diaphysaire	0.99	0.35	0.12	0.02	-0.67	0.45	0.30	-0.62	0.38	<u>0.29</u>	0.18	0.03	0.05	
indice platymérie	1.00	0.20	0.04	0.01	-0.75	<u>0.56</u>	0.37	0.62	0.38	<u>0.29</u>	-0.16	0.02	0.04	

Contrib. = poids
Corrél. = qualité

gras : contribution supérieure à la contribution moyenne des variables
souligné : corrélation (cos²) supérieure au seuil de 0,5

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	5.0365	55.96	55.96
2	1.5161	16.85	72.81
3	1.3148	14.61	87.42
4	0.6476	7.20	94.61
5	0.4013	4.46	99.07
6	0.0569	0.63	99.70
7	0.0233	0.26	99.96
8	0.0025	0.03	99.99
9	0.0010	0.01	100.00

5.0365

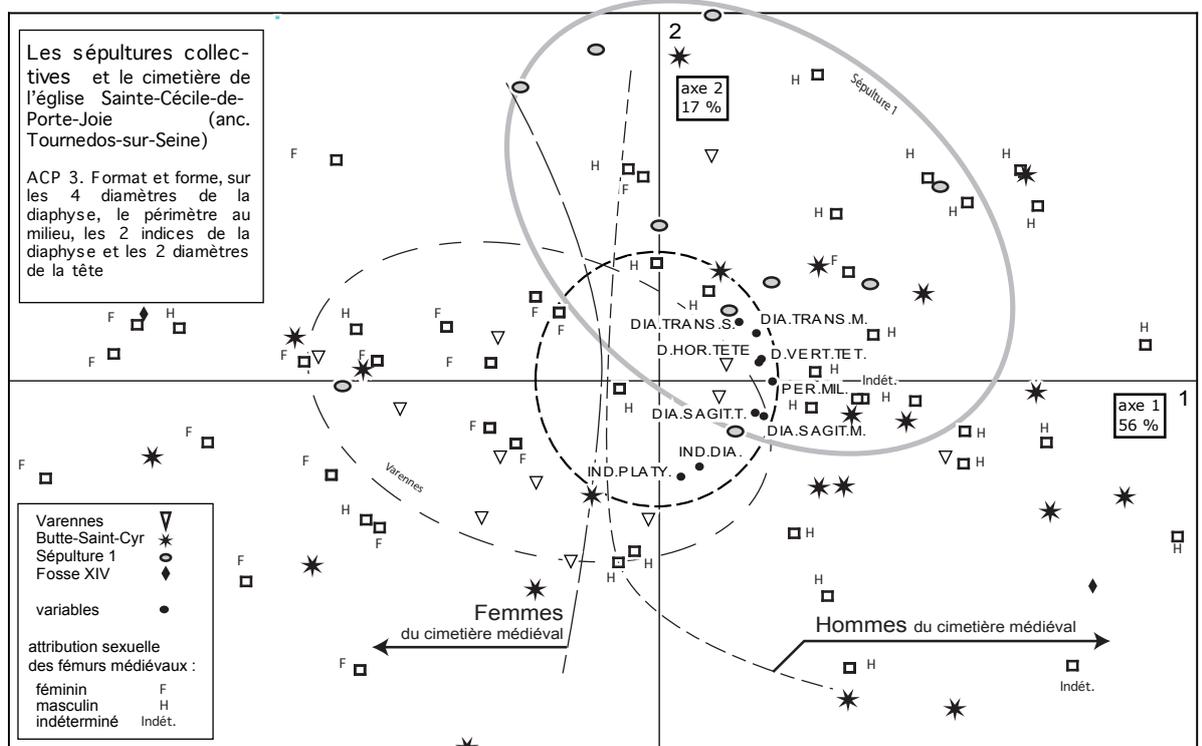
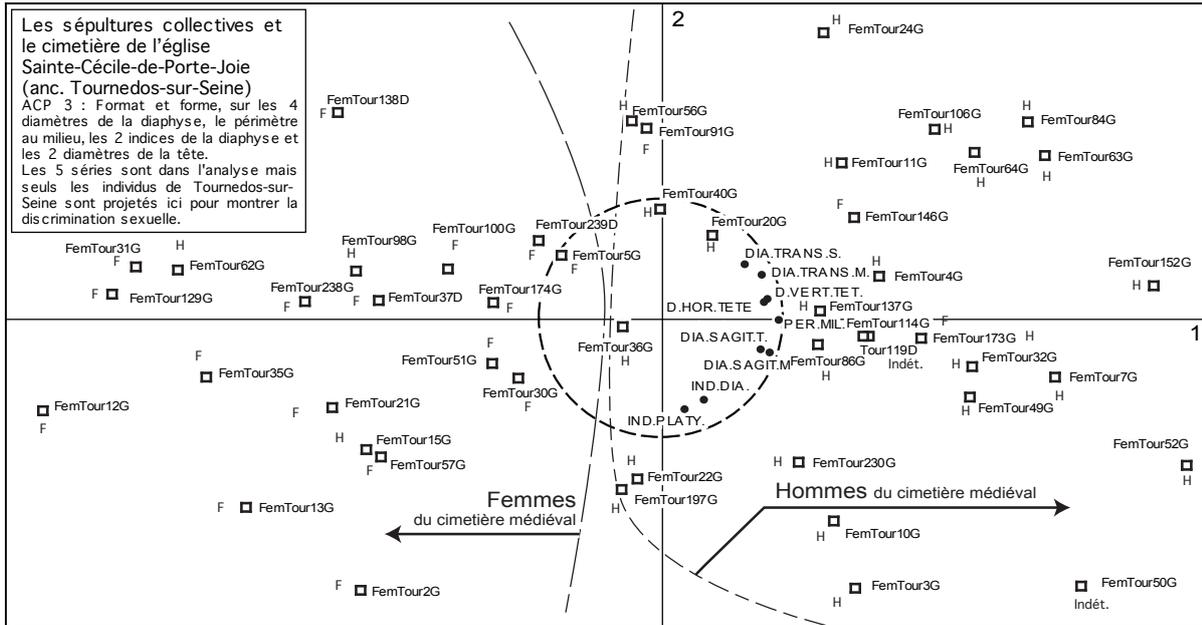
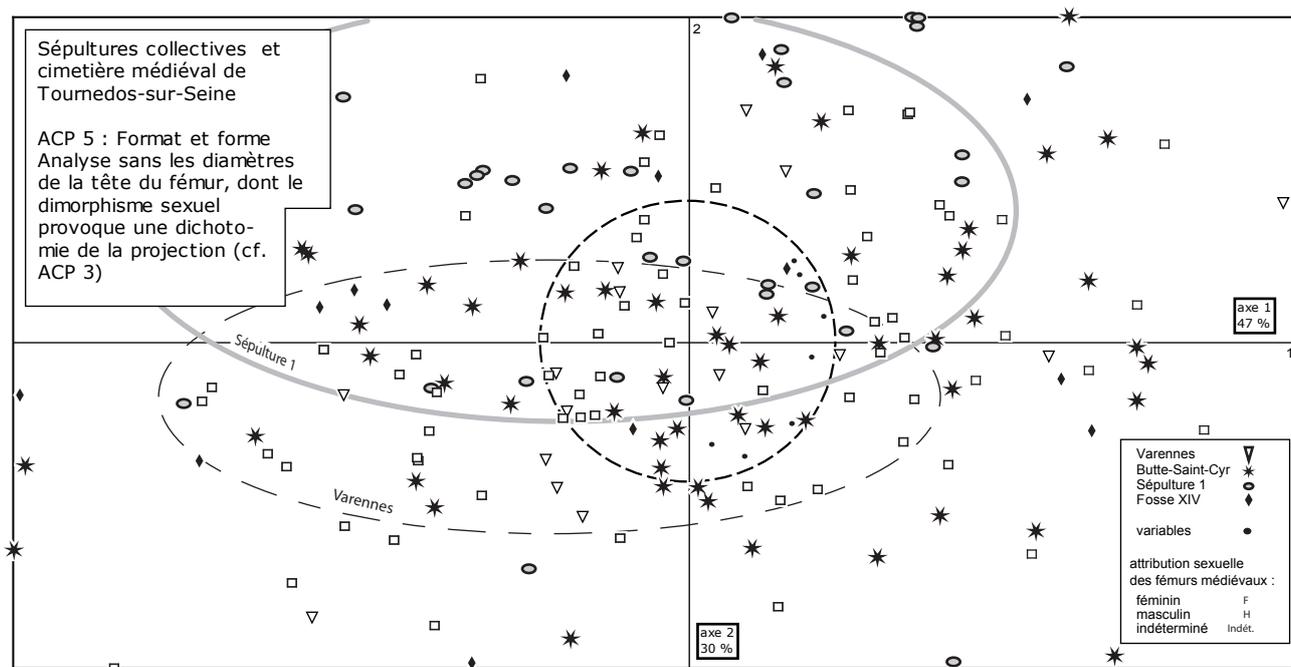


Figure 178 - ACP sur le fémur avec intégration des données de la nécropole médiévale de Tournedos-sur-Seine (cimetière de l'église Sainte Cécile-de-Porte-Joie).



ACP 5 : facteurs pour les variables principales	Qlt	Axe : 1			Axe : 2			Axe : 3			Axe : 4		
		Coord.	Corrél.	Contrib.									
diamètre sagittal au milieu	0.99	0.70	0.49	0.15	-0.57	0.33	0.16	-0.40	0.16	0.15	-0.11	0.01	0.03
diamètre transverse au milieu	0.97	0.75	0.56	0.17	0.47	0.22	0.11	0.08	0.01	0.01	-0.42	0.17	0.40
diamètre transverse sous trochantérien	1.00	0.71	0.51	0.16	0.57	0.32	0.15	-0.18	0.03	0.03	0.36	0.13	0.30
diamètre sagittal sous trochantérien	0.99	0.83	0.69	0.21	-0.11	0.01	0.01	0.45	0.21	0.20	0.29	0.09	0.20
périmètre au milieu	0.89	0.92	0.84	0.26	0.18	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	-0.14	0.02	0.05
indice diaphysaire	1.00	0.38	0.15	0.05	-0.80	0.65	0.31	-0.45	0.20	0.19	0.07	0.00	0.01
indice platymérie	1.00	0.17	0.03	0.01	-0.72	0.52	0.25	0.67	0.45	0.43	-0.06	0.00	0.01

Contrib. = poids
Corrél. = qualité

gras : contribution supérieure à la contribution moyenne des variables
souligné : corrélation (cos²) supérieure au seuil de 0.6

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.2765	46.81	46.81
2	2.0749	29.64	76.45
3	1.0588	15.13	91.57
4	0.4307	6.15	97.73
5	0.1553	2.22	99.94
6	0.0031	0.04	99.99
7	0.0007	0.01	100.00

3.2765



Figure 179 - ACP 5 sur le fémur des quatre séries néolithiques et Tournedos-sur-Seine.

tion est beaucoup plus dispersée entre les mesures, les indices et les caractères discrets ; la contribution des facteurs à l'inertie est donc répartie en de nombreux axes.

ACM 1 : variables de format et caractères discrets (diamètres de la tête, diamètres de la diaphyse, largeur de l'épiphyse distale, périmètre et 3 caractères discrets)

Le premier plan factoriel est construit par les mesures et contribue pour 28% à l'information. L'axe 3 est structuré par les mesures et les caractères discrets, l'axe 4 par les mesures. Le nuage de points n'offre pas de répartition structurée. Il n'y a pas d'association entre caractères discrets et variables de format.

ACM 2 : variables de format et caractères discrets

C'est la même analyse sans les diamètres de la tête. Sur le premier plan factoriel, il y a une diagonalisation liée aux valeurs rares. Les extré-

mités de la diagonale sont sous l'influence des valeurs fortes et des valeurs faibles. Il y a toujours indépendance entre caractères discrets et données métriques. Cette ACM est trop sous la dépendance des non réponses pour être véritablement exploitable.

ACM 3 (fig. 180, les deux premiers plans factoriels, axes 1 à 3) : variables de format et caractères discrets

Nous avons supprimé ici la largeur de l'épiphyse distale qui est trop souvent absente ainsi que huit individus aux valeurs manquantes trop nombreuses. On a un effet Guttman (répartition des points en cloche) avec une répartition des données en parabole sur le premier plan factoriel (fig. 180). Le premier facteur présente un effet taille. Le deuxième facteur est également structuré par les mesures et attire la Fosse XIV et les Varennes vers les valeurs moyennes. Aucun monument ne se démarque. Le deuxième plan factoriel ne présente plus l'effet Guttman et confirme l'indépendance des caractères discrets.

	caractéristiques	N variables	N individus considérés / ignorés	valeurs propres en %	plan factoriel 1 axes 1 et 2	plan factoriel 2 axes 2 et 3	plan factoriel 3 axes 1 et 3	conclusions
humérus								
ACM1	diamètres de la tête, diamètres de la diaphyse, largeur de l'épiphyse distale, périmètre et 3 caractères discrets	9	considérés 145 ignorés 0	axe 1 = 28 axe 2 = 13 axe 3 = 10 axe 4 = 9,6	plan construit par les mesures		L'axe 3 est structuré par les mesures et les CD ; l'axe 4 par les mesures.	Le nuage de points n'offre pas de répartition structurée. Il n'y a pas d'association entre caractères discrets et variables de format.
ACM2	variables de format et cd : la même ACM sans les diamètres de la tête	7	considérés 145 ignorés 0	axe 1 = 18,5 axe 2 = 16,8 axe 3 = 13,6 axe 4 = 11,4	Sur le premier plan factoriel, il y a une diagonalisation liée aux valeurs rares.			Il y a toujours indépendance entre caractères discrets et données métriques. Il s'agit d'une ACM trop sous la dépendance des non réponses.
ACM3	variables de format et cd : sans la largeur de l'épiphyse distale trop souvent absente et en supprimant huit individus aux valeurs manquantes	6	considérés 145 ignorés 0	axe 1 = 21,7 axe 2 = 18,4 axe 3 = 15 axe 4 = 11,6	Effet Guttman avec une répartition des données sur le premier plan factoriel en parabole. Effet taille sur l'axe 1.	Le deuxième plan factoriel ne présente plus l'effet Guttman et confirme l'indépendance des caractères discrets.		A nouveau, les caractères discrets ne sont pas associés aux dimensions extrêmes et semblent indépendants de la robustesse.
ulna								
ACM1	les 5 mesures et les 2 cd	7	considérés 141 ignorés 0	axe 1 = 17 axe 2 = 15 axe 3 = 9,9 axe 4 = 8,9				difficile à lire non retenue
ACM2	4 mesures (périmètre non considéré) et les 2 cd	6	considérés 141 ignorés 0	axe 1 = 19 ; axe 2 = 15 ; axe 3 = 11 axe 4 = 10,5	L'axe 1 n'est jamais construit par des valeurs manquantes ; il est structuré par les mesures mais aussi par un caractère discret (crête olécranienne).			Les valeurs manquantes posent problème. Cette ACM est surtout sous l'influence d'une mesure le diam. Transv. Ss-sigmoïdien.
ACM3	Les 2 indices et les 2 CD	4	considérés 141 ignorés 0	axe 1 = 17 axe 2 = 16 axe 3 = 14,2 axe 4 = 13,9				trop de valeurs manquantes, illisible.
ACM6	après épuration analyse sur forme, format et CD sans aucune valeur manquante	7	considérés 141 ignorés 0	axe 1 = 17 axe 2 = 16 axe 3 = 14,2 axe 4 = 13,9				effet Guttman net sous l'influence des mesures de faibles à fortes. Opposition Fosse XIV-Varennes et BCyr Sép. 1. La présence de la crête olécranienne est liée aux grands diamètres

Tableau 46 - Tableau synthétique des ACM os par os (membres supérieurs).

ACM 4 : sur la forme et les caractères discrets (3 indices et 3 caractères)

Le premier plan factoriel est très influencé par les non réponses. L'étude des axes 3 et 4 ne met en évidence aucune répartition ni aucune association particulière.

Les ACM sur l'humérus montrent que les caractères discrets ne sont pas associés aux dimensions extrêmes et sem-

blent indépendants de la robustesse. L'analyse conjointe des mesures, indices et caractères discrets de l'humérus ne discrimine pas les monuments entre eux.

Ulna

ACM 1 sur le format et les caractères discrets

Les 5 mesures et les 2 caractères sont utilisés : pas de lecture possible.

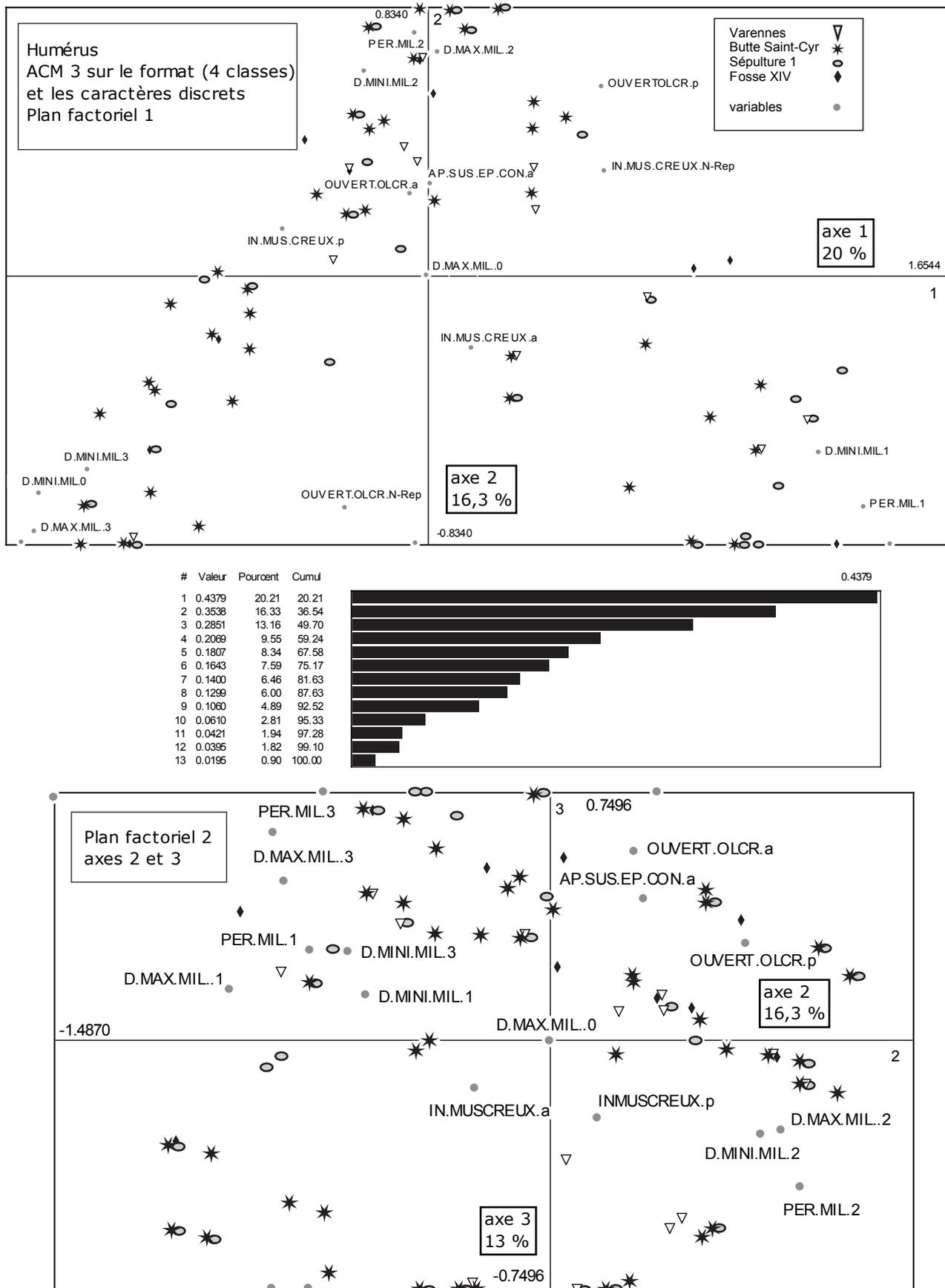


Figure 180 - ACM 3 sur l'humérus.

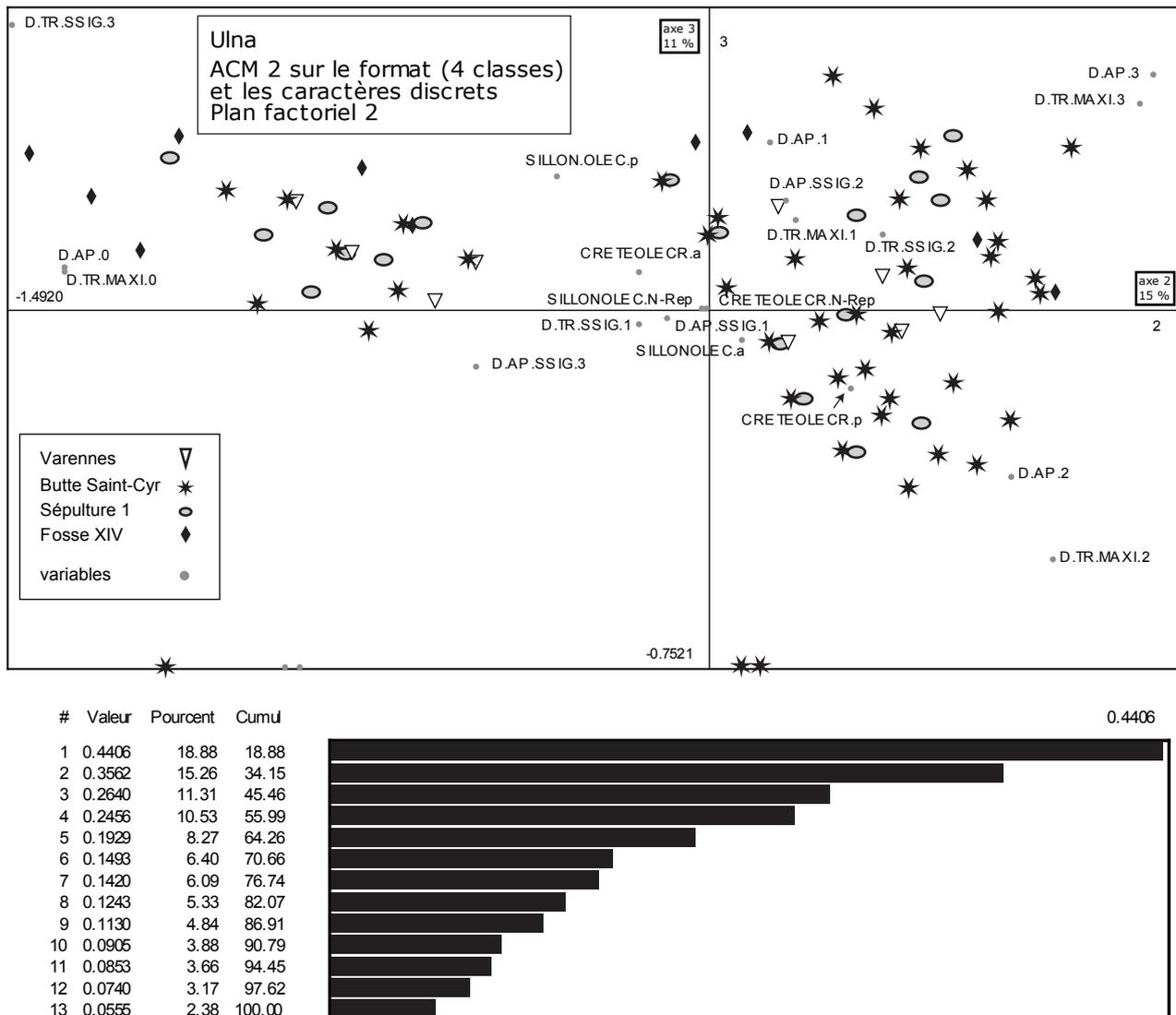


Figure 181 - ACM2 sur l'ulna.

ACM 2 (fig. 181) : Format et caractères discrets

C'est la même analyse sur le format et les caractères, sans le périmètre.

L'axe 1 (19% de l'information) n'est jamais construit par des valeurs manquantes. Il y a 56% de l'information sur les 4 premiers axes. On observe deux ruptures sur le diagramme des valeurs propres, une entre le deuxième et le troisième axe et une entre le quatrième et le cinquième axe (fig. 181 diagramme des valeurs propres). L'axe 1 est essentiellement structuré par les mesures mais aussi par un caractère discret (présence de la crête olécranienne). L'axe 2 (15% de contribution) est structuré uniquement par des mesures, mais malheureusement en partie par des valeurs manquantes. Concernant le facteur 1, on retrouve en moins marqué ce que l'ACP1 nous avait donné précédemment : c'est-à-dire une forte opposition Fosse XIV – Varenes, tandis que La Butte Saint-Cyr se rapproche de la Fosse XIV et que la Sépulture 1 se rapproche des Varenes. Globalement, le 2^e plan factoriel (fig. 181) montre une projection des individus en 2 groupes nettement séparés : cette dichotomie est en partie liée aux valeurs manquantes, mais également à un diamètre transverse sous-sigmoïdien grand à très grand qui concerne particulièrement la Fosse XIV. On remarque sur la projection de la figure 181 que la présence du sillon olécranien (noté

SILLONOLEC p) n'est lié à aucun des deux nuages de points et n'est donc pas déterminé par la robustesse. C'est encore un argument pour l'indépendance des caractères discrets vis-à-vis de la robustesse des sujets des quatre monuments de la Boucle du Vaudreuil. Par ailleurs, cette forte contribution des grandes valeurs de ce diamètre transverse sous-sigmoïdien est confirmée par une ACM avec uniquement cette mesure et les caractères discrets.

ACM 3

C'est une analyse sur la forme et les caractères discrets (2 indices et 2 caractères).

Il y a de très nombreuses superpositions liées à l'influence des non réponses : un nettoyage du tableau de données s'impose.

ACM 4

C'est une analyse sur le format, la forme et les caractères discrets.

Deux nuages de points très nets sont générés par les valeurs manquantes qui construisent un des deux nuages ; à ce stade, le tableau de don-

nées analysées est réduit afin que les diamètres sous-sigmoïdiens et au milieu n'aient aucune valeur manquante (donc les indices non plus) ainsi que les caractères discrets.

ACM 6

Après une analyse sans les indices non interprétable (ACM 5 non présentée), l'ACM 6 prend en compte mesures, indices et caractères discrets ; c'est donc une ACM sur forme, format et caractères discrets sans aucune valeur manquante.

Le but est atteint : il n'y a presque plus de superpositions. L'aspect général est très dispersé, mais on décèle un effet Guttman net structuré selon les dimensions de petites à grandes. Les effectifs de la Fosse XIV (N = 5) et des Varennes (N = 7) sont trop faibles et trop dispersés pour permettre une interprétation. Butte Saint-Cyr et Sépulture 1 sont assez bien dissociées par l'axe 1, ce qui signifie que la Butte Saint-Cyr est plutôt structurée par les valeurs fortes des diamètres et la Sépulture 1 par les valeurs faibles. La Sépulture 1 est la plus structurée par l'axe 1 probablement attirée par la variable crête olécranienne absente qui l'est pour la totalité des observations. Le deuxième plan factoriel offre une dispersion plus homogène de l'ensemble des variables. Pour les caractères discrets, la présence de la crête olécranienne semble liée aux grands diamètres, ce qui n'est pas le cas, comme nous l'avons vu plus haut et qui se confirme ici, du sillon olécranien.

Conclusion ACM Ulna

Pour les variables de format, on observe une forte opposition Fosse XIV – Varennes, tandis que La Butte Saint-Cyr se rapproche de la Fosse XIV et que la Sépulture 1 se rapproche des Varennes. Après élimination de 45 observations présentant des valeurs manquantes sur 141, l'ACM met l'accent sur la différenciation entre Sépulture 1 liée aux diamètres faibles et la Butte Saint-Cyr plutôt liée aux forts diamètres. L'un des deux caractères discrets est indépendant de la robustesse (sillon olécranien) alors que l'autre semble lié aux forts diamètres (crête olécranienne).

Les ACM sur le fémur et le tibia, d'une lecture difficile, n'apportent pas d'éléments nouveaux. Il avait déjà été observé avec les tests de Student et les ANOVA que les os du membre inférieur présentaient moins de différences et cela, que l'on considère les monuments deux à deux ou les quatre séries ensemble. Les principaux résultats sur le fémur sont l'indépendance des caractères discrets vis-à-vis de la robustesse des os et des oppositions entre monuments deux à deux qui vont dans le même sens que l'ulna et que les résultats obtenus par les ACP.

Conclusion générale sur les tests et les analyses des données

La majorité des variables et indices présentent des distributions normales. Les cas pour lesquels la normalité globale n'est pas respectée sont imputables à une distribution différente entre les quatre séries, parfois de manière très marquée, ce que montrent bien les boîtes à moustache. Dans la majorité des cas de distribution non normale pour les quatre séries considérées conjointement, les tests non paramétriques effectués sur l'ensemble des données ne montrent pas de différence significative entre les

monuments. La distribution ne sera donc pas à l'origine des différences mises en évidence par la suite.

Avec le test de Student, les résultats portent sur des différences de moyennes pour les monuments 2 à 2. L'humérus présente peu de différences. L'ulna est l'os qui en présente le plus, mais pour le format : il n'y a pas de différence notable pour la forme. Le fémur présente la plus faible variabilité et le tibia oppose nettement la fosse XIV et les trois autres séries mais toujours pour le format ; enfin la mandibule présente quelques différences dans la robustesse du corps. Le test sur les moyennes 2 à 2 montre donc peu de différences hautement significatives ; elles sont surtout sur l'ulna et sur les paramètres de format.

Globalement, les quatre monuments réunis présentent peu de différences hautement significatives. En revanche, pris deux à deux, des différences très et hautement significatives sont observées. La Fosse XIV est le monument qui se différencie le plus des 3 autres, avec toutefois un problème d'effectif ; ce problème, étant donné les précautions prises, n'est pas à l'origine des différences observées.

La Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr se différencient sur plusieurs points. Sépulture 1 - Varennes et Butte Saint-Cyr – Fosse XIV sont les deux paires les moins différenciées selon le *t*. Cependant, le nombre et l'intensité des différences significatives sont comparables pour les séries deux à deux.

En considérant les trois régions anatomiques séparément, l'on observe que le membre supérieur se comporte globalement comme l'ensemble des mesures tandis que pour le membre inférieur, les différences les plus significatives ne concernent que celles qui mettent en relation la Fosse XIV avec les trois autres.

L'analyse de variance (ANOVA) considère les quatre monuments simultanément ; rappelons qu'elle permet de mettre en évidence les différences inter-groupes quand elles sont plus fortes que la dispersion intra-groupe. Les différences existantes sont ensuite testées *a posteriori* pour déceler les séries impliquées. Pour l'humérus, peu de différences à noter ; l'ulna montre d'importantes différences pour le format, confirmées pour les monuments 2 à 2 ; le fémur livre plusieurs différences pour le format liées à des différenciations des Varennes vis à vis de la Sépulture 1 et de la Butte Saint-Cyr.

L'ANOVA pour l'ensemble des os mesurés montre que le nombre de mesures significativement différentes est important quand l'ANOVA concerne les 4 monuments. Sans la Fosse XIV, on a encore cependant près de 20% de différences très ou hautement significatives.

Plus précisément, en travaillant par région anatomique pour les 4 sépultures, les os des membres supérieurs et inférieurs montrent de nombreuses différences significatives, comme pour l'ensemble du squelette ; sans la Fosse XIV, le nombre de différences significatives diminue nettement, de manière plus marquée pour le membre inférieur.

En affinant ces ANOVA par le test *post-hoc* de Scheffé, considérant les monuments deux à deux, on montre encore une fois

que c'est la Fosse XIV qui est responsable de presque toutes les différences hautement significatives. L'on a confirmation que le membre supérieur présente davantage de différences que le membre inférieur.

Globalement, pour les tests par régions anatomiques, l'ANOVA met en évidence un tiers de différences très ou hautement significatives. Les tests de Student et l'ACP par région anatomique sont majoritairement concordants et distinguent la Fosse XIV. L'ACP par région anatomique précise ce résultat avec des oppositions deux à deux Butte Saint-Cyr – Sépulture 1 et Varennes – Fosse XIV, soit d'un côté les 2 monuments comportant les plus gros effectifs, de l'autre les 2 les plus réduits.

Les grands traits des résultats des ACP os par os sont les suivants (tabl. 44 et 45) : l'humérus montre une opposition Varennes – Fosse XIV ; l'ulna une opposition Sépulture 1 – Butte Saint-Cyr par la forme et une opposition Varennes – Fosse XIV par le format ; le fémur montre une opposition Sépulture 1 – Butte Saint-Cyr par la forme et le format ; le tibia est le siège d'une opposition de format Varennes – Fosse XIV.

Les ACP os par os montrent que les séries sont dans l'ensemble assez peu discriminées et la variabilité intra-monument est souvent plus forte que la variabilité inter-monument. En effet, d'une part les analyses sont construites notamment par des gradients de robustesse, ce qu'exprime l'axe 1 de presque toutes les projections du premier plan factoriel et, d'autre part, une dichotomie est plusieurs fois perceptible au sein d'une même série, probablement sous déterminisme sexuel. Une fois que l'on a pris conscience de ces problèmes, il devient possible de porter l'attention sur des discriminations plus ténues mais néanmoins présentes, exprimées par les deuxième et troisième facteurs des ACP. L'humérus présente peu de discrimination ; la Sépulture 1 est discriminée par des critères de forme, la Fosse XIV et les Varennes par des critères de forme et de format ; pour l'ulna, Fosse XIV et Varennes sont de nouveau discriminées par forme et format ; le fémur oppose Sépulture 1-Fosse XIV d'une part et Butte Saint-Cyr-Varennes d'autre part ; pour le tibia, Varennes et Fosse XIV sont discriminées sur des critères de format.

D'une manière générale, les ACP montrent que la Fosse XIV et les Varennes se différencient par des critères de robustesse, mais qui ne concernent pas tous les ossements et toutes les variables ; en particulier, pour le fémur, les individus s'organisent aussi selon des critères de forme (et ce depuis le premier plan factoriel).

L'opposition la plus souvent rencontrée reste Varennes – Fosse XIV. L'autre opposition, Butte Saint-Cyr – Sépulture 1, n'est pas systématique pour tous les types d'os. Ces oppositions sont confirmées par les ACM.

L'introduction dans les ACP d'une série médiévale très bien conservée permet de mettre en évidence que les séries néolithiques ont une variabilité plus forte que la série médiévale, qui rappelons-le est celle d'un cimetière villageois rural. De plus, la prise en compte du sexe des individus du cimetière de l'église Sainte-Cécile de Porte-Joie dans la projection montre que la sé-

paration en deux groupes est liée à ce paramètre de manière certaine pour le fémur, de manière très probable pour l'humérus.

Dans le cas des sépultures collectives, on ne peut exclure que la gracilité soit liée à un sexe ratio déséquilibré. Dans le cas de la sépulture des Varennes, dont plusieurs os présentent une certaine gracilité, ce paramètre est peut-être en cause, même si l'étude des os coxaux de ce caveau ne montre pas de déséquilibre (pour rappel, 10 os coxaux pour un N.M.I. de 30). L'évaluation du sexe ratio à partir des os du pied, bien entendu moins fiable, tend également à confirmer l'absence de déséquilibre.

Les ACM sur l'humérus et le fémur montrent que les caractères discrets ne sont pas associés aux dimensions extrêmes et semblent indépendants de la robustesse. Les ACM sur l'ulna donnent ce même résultat pour l'un des deux caractères étudiés, qui est un sillon. En revanche, l'autre caractère, une crête, est lié aux forts diamètres de la région sous sigmoïdienne de l'os. L'analyse conjointe des mesures, indices et caractères discrets discriminent peu les monuments entre eux, sauf pour l'ulna qui, avec les variables de format, montre une forte opposition Fosse XIV – Varennes, tandis que La Butte Saint-Cyr (liée aux forts diamètres) se rapproche de la Fosse XIV et que la Sépulture 1 (liée aux petits diamètres) se rapproche des Varennes. Le fémur donne les mêmes différences entre monuments deux à deux. Ces oppositions sont similaires à celles mises en évidence par les ACP.

La construction d'une dernière ACP avec le fémur, à partir de la moyenne et des limites inférieures et supérieures (selon Student) permet de considérer les monuments comme des individus : ceci donne une projection très simple à 12 points (fig. 182). Cette ACP, certes très simplificatrice, montre une homogénéité des quatre monuments selon des critères de forme et de format. Cependant, la Fosse XIV se différencie nettement, confirmant ce que les autres analyses et tests ont montré à plusieurs reprises ; il est important de rappeler ici que cette différence ne peut être liée au plus petit nombre d'observations disponibles pour la série de la Fosse XIV.

Dans l'ensemble, les 4 séries sont donc biologiquement homogènes avec cependant des différences qui ne sont pas toujours les mêmes en fonction des os ou des régions anatomiques. La robustesse et le sexe, qui ne sont évidemment pas indépendants l'un de l'autre, jouent un rôle important dans la hiérarchisation des variables, mais cela n'empêche pas de constater que la Fosse XIV se démarque souvent des trois autres séries ; de manière moins fréquente, la sépulture des Varennes s'isole aussi plusieurs fois. L'opposition la plus forte entre les monuments 2 à 2 est entre la Fosse XIV et les Varennes. Donc quand ces deux séries se démarquent, ce ne sont pas pour les mêmes raisons.

L'homogénéité observée semble montrer que les quatre populations ne sont pas d'origine géographique et ethnique très différente. Les variations que nous avons cependant décelées peuvent être induites par une sélection des inhumés, par un isolement entre les groupes, par des arrivées et des installations dans la Boucle du Vaudreuil séparées par de nombreux siècles. Le déterminisme précis de ces faibles différences biologiques ne nous est évidemment pas accessible : la confrontation avec les données archéologiques permet de poursuivre la réflexion.

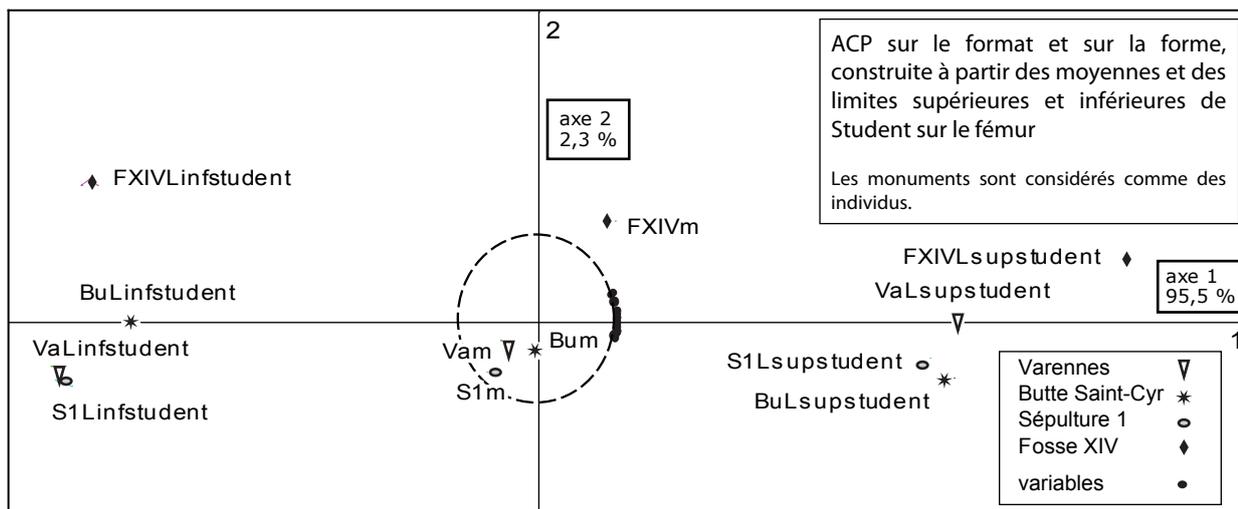


Figure 182 - ACP sur le format et sur la forme, construite à partir des moyennes et des limites supérieures et inférieures de Student sur le fémur. Les monuments sont considérés comme des individus.

Des caveaux utilisés sur une aussi longue période, ayant reçu entre une trentaine et une centaine de corps, ne peuvent pas avoir été les dépositaires de la totalité des décès de la ou des communautés. Quelle qu'ait été sa nature, une sélection s'est opérée ; c'est cette sélection, sur des critères différents, que montrent les différences morphologiques, même faibles, entre les monuments. Ces différences sont plus faciles à mettre en évidence quand on considère les monuments deux à deux, c'est ce qu'ont montré les tests des statistiques descriptives et les ACP. Les analyses multivariées (ACM) permettent de considérer les quatre monuments en même temps mais lissent les différences ; le fait qu'elles persistent cependant, tout en montrant leur indépendance par rapport à la robustesse (donc notamment au sexe), est une preuve de différences morphologiques entre les séries qui traduisent probablement davantage des critères différents de sélection des défunts que des différences d'origine des quatre groupes. De plus, les études paléogénétiques actuelles montrent que le stock génétique est remarquablement homogène sur une vaste ère eurasienne occidentale et des études récentes sur des séries archéologiques ont montré que la mise en évidence de différences génétiques populationnelles est délicate à partir de l'ADN ancien (Wozny & Guillon à paraître).

Les données paléopathologiques : apports et limites (M. Sansilbano-Collilieux)

L'étude des pathologies osseuses et dentaires est porteuse d'informations pour évaluer les relations biologiques entre différentes populations, mais aussi leurs stratégies évolutives et adaptatives aux conditions environnementales. Les paramètres de ces pathologies présentent une composante héréditaire dominante ainsi qu'une corrélation étroite avec certains aspects du mode de vie.

Discuter l'origine et les conséquences des pathologies que présentent les restes squelettiques est complexe car celles-ci dépendent de multiples facteurs. Cela s'avère encore plus délicat dans le cas des sépultures collectives où la très grande majorité des vestiges sont dissociés. La part qui revient à chacune des causes reste parfois conjecturale.

A Val-de-Reuil et Porte-Joie, l'étude paléopathologique fut limitée dans la démarche par un médiocre état de conservation des pièces concernées et une représentativité des os parfois faible devant le N.M.I.. Les observations ont été réalisées sur des ossements sans connexion anatomique ou des squelettes très fragmentaires (Sépulture 1 de Porte-Joie ; Les Varenes à Val-de-Reuil). Quelques appariements d'os longs, des mains et des pieds ont pu être pris en considération, mais aucun maxillaire n'a pu être raccordé à sa mandibule, de sorte que chaque os a été traité individuellement.

Ces phénomènes ont perturbé la démarche du diagnostic à différents niveaux :

- la représentativité des échantillons et surtout la conservation des pièces ont introduit des inexactitudes méthodologiques difficiles à gérer ;
- l'impossibilité d'examiner les os d'un même individu a rendu malaisée la comparaison statistique et n'a pas permis de discerner la prépondérance des lésions en fonction de l'âge au décès ou du sexe.

Sur des vestiges isolés, la signification des lésions n'étant pas univoque, les résultats sont présentés avec leurs incertitudes si tel est le cas. En revanche, la conservation des dents et du parodonte, du fait du nombre des pièces et de l'état de conservation, laisse envisager que les résultats obtenus pourraient refléter globalement assez bien les répercussions que peut avoir le mode de vie en général sur l'état de santé bucco-dentaire des inhumés.

A la base de ce travail se situe l'examen macroscopique des pièces et la démarche sémiologique qui en découle. L'imagerie médicale vient compléter la description des lésions lorsque l'ambiguïté du diagnostic l'exige.

Paléopathologie dentaire

Les maladies ont toujours accompagné l'évolution de l'humanité depuis son origine mais la présence de lésions dentaires et d'atteintes du parodonte s'est particulièrement répandue avec le

MAXILLAIRES				
	N fgts Maxillaires	N Dents en place	N Dents isolées	Total Dents observées
Sépulture 1	14	39	174	213
Fosse XIV	8	33	48	81
Les Varennes	10	69	35	104
Butte Saint-Cyr	38	214	331	545
Total	70	355	588	943

MANDIBULES				
	N fgts Mandibules	N Dents en place	N Dents isolées	Total Dents observées
Sépulture 1	45	142	234	376
Fosse XIV	8	94	33	127
Les Varennes	14	100	21	121
Butte Saint-Cyr	70	370	237	607
Total	137	706	525	1231

Total Mx+Md.				
	N Total fgts Mx+Md.	N Dents en place	N Dents isolées	Total Dents observées
Sépulture 1	59	181	408	589
Fosse XIV	16	127	81	208
Les Varennes	24	169	56	225
Butte Saint-Cyr	108	584	568	1152
Total	207	1061	1113	2174

Tableau 47 - Dénombrement des fragments de maxillaires, de mandibules et des dents dans les 4 sépultures collectives (sujets adultes) et pris en compte dans l'étude de la paléopathologie dentaire.

passage de l'économie des chasseurs-collecteurs à l'agriculture. Cependant, un rôle prépondérant semble généralement accordé à une alimentation riche en hydrates de carbone pour interpréter, par exemple, l'augmentation des caries. Pour les périodes anciennes, la comparaison des résultats indique des variations de fréquence importantes d'une série ostéologique à l'autre qu'il est difficile de réduire à un modèle commun.

D'autres paramètres, essentiels dans l'étiologie des maladies bucco-dentaires tels que l'hérédité, l'âge, le sexe, les défenses immunitaires, la composition salivaire, la nature de l'émail et de la dentine, la physiologie de la déglutition, certaines maladies infectieuses, ainsi que l'hygiène dentaire (Ackermans 1985 ; Bercy & Tenenbaum 1996), sont, dans le cas présent, plus porteurs d'informations que l'alimentation seule.

L'enquête de paléopathologie dentaire menée sur les quatre sépultures collectives est consacrée à la discussion et à l'interprétation des maladies carieuse et parodontale ainsi qu'à un indicateur de stress biologique, à savoir, les hypoplasies de l'émail dentaire.

La nature des échantillons étudiés ne permet pas d'apprécier les contacts dento-dentaires avec leur interprétation éventuelle dans la cinématique mandibulaire et les différentes formes d'usure. Ces deux aspects ne seront donc pas traités ici.

Dans l'état actuel de la documentation, aucune comparaison n'est possible avec d'autres sépultures collectives contemporaines. Nous nous limiterons donc à une vision globale des différentes atteintes afin d'apporter, au regard des fréquences

MAXILLAIRES				
	N Maxillaires (ou fgts)	N Dents en place	N Dents isolées	Total Dents observées
Sépulture 1	12	15	111	126
Fosse XIV	3	7	17	24
Les Varennes	7	44	6	50
Butte Saint-Cyr	4	38	165	203
Total	26	104	299	403

MANDIBULES				
	N Mandibules (ou fgts)	N Dents en place	N Dents isolées	Total Dents observées
Sépulture 1	10	15	86	101
Fosse XIV	2	5	12	17
Les Varennes	7	56	4	60
Butte Saint-Cyr	14	49	97	146
Total	33	125	199	324

Total Mx+Md.				
	Total Mx+Md (ou fgts)	N Dents en place	N Dents isolées	Total Dents observées
Sépulture 1	22	30	197	227
Fosse XIV	5	12	29	41
Les Varennes	14	100	10	110
Butte Saint-Cyr	18	87	262	349
Total	59	229	498	727

Tableau 48 - Dénombrement des fragments de maxillaires, de mandibules et des dents déciduales et permanentes dans les 4 sépultures collectives (sujets immatures) et pris en compte dans l'étude de la paléopathologie dentaire.

	% Dents antérieures (Mx + Md)	% Dents postérieures (Mx + Md)
Sépulture 1	35,41	45,52
Fosse XIV	28,94	38,94
Les Varennes	33,75	36,25
Butte Saint-Cyr	53,66	52,13

Tableau 49 - Représentativité des dents antérieures par rapport aux dents postérieures.

observées dans les quatre chambres, des renseignements sur les conditions de vie des inhumés dans les quatre sépultures.

Le matériel

Le corpus rassemble les maxillaires (Mx) et les mandibules (Md) adultes (Mx : 70 ; Md : 137) et immatures (Mx : 26 ; Md : 33) des 4 sépultures auxquels se sont ajoutés les germes dentaires, les dents déciduales et permanentes en place et isolées. Sur les 2901 dents dénombrées, 2174 appartiennent à des adultes et 727 à des sujets immatures (tabl. 47 et 48).

Représentativité des dents

La perte des dents après l'inhumation des cadavres, et notamment des dents monoradiculées, se retrouve fréquemment dans les séries ostéologiques avec des fréquences comparables

à celles de Val-de-Reuil et de Porte-Joie. La représentativité des dents, calculée sur la base du N.M.I. osseux amélioré par exclusion indique que, globalement, les dents postérieures (Mx + Md = 47 %) sont mieux représentées que le bloc incisivo-canin (Mx + Md = 43 % ; tabl. 49). Cette tendance se retrouve avec des fréquences assez proches dans toutes les chambres sauf à la Butte Saint-Cyr qui se distingue, quant à elle, par une représentativité similaire de tous les types de dents (bloc incisivo-canin : 53,66% ; Pm et M = 52,13%). Le calcul effectué tient compte des dents en place, des dents isolées et des pertes *ante-mortem*.

La maladie carieuse

La distribution de la carie a été évaluée globalement et par chambre funéraire en termes de pourcentage des dents affectées. La sévérité individuelle de la maladie au sens épidémiologique du terme ne peut pas être appréciée, en raison des particularités propres à l'échantillon, déjà mentionnées.

Le nombre important de dents isolées apporte aussi des biais à cette étude dans la mesure où certaines dents dont l'apex est totalement minéralisé avec un degré d'usure faible ou nul peuvent appartenir aussi bien à des pré-adolescents (I1, I2), à des grands adolescents (C ; Pm1 ; Pm2 ; M1 ; M2) qu'à des adultes. Par conséquent, il semble préférable de considérer que nous disposons d'un échantillon biaisé et de comptabiliser ces dents avec celles des sujets adultes. Les résultats seront ainsi le reflet de la fréquence de la carie sur des dents totalement formées, plutôt que celui de son impact sur des sujets biologiquement adultes.

Fréquence globale

La maladie carieuse est présente sur 4,36% des 2174 dents permanentes édifiées recueillies et sur 0,55% des 727 dents appartenant à des sujets immatures. Pour ces derniers, sur les 4 pièces répertoriées, 3 sont des dents déciduales et 1 permanente en place.

Ce résultat constitue un minimum, non seulement au niveau populationnel, mais aussi sur les arcades examinées. En effet, les dents perdues au cours de la vie de même que les traces de kystes sont à prendre en compte pour calculer la fréquence des caries et il faut donc ajouter aux dents lésées, le nombre de ces deux observations. Mais, les pertes des dents ne sont pas toutes dues à un processus carieux. D'autres origines peuvent être évoquées : parodontopathies, traumatismes, extractions volontaires... A Val-de-Reuil et Porte-Joie, aucun traumatisme ni avulsion n'a été repéré. Le diagnostic différentiel entre la perte des dents *ante mortem* due à un problème parodontal ou carieux a été réalisé de la manière suivante : nous avons considéré que la perte de la dent était due à une infection carieuse lorsque l'alvéole présentait soit des traces de kyste fistulisé à travers l'os alvéolaire, soit un fond criblé. Devant une alvéole déshabillée avec un septum osseux à aspect poreux non corticalisé associé à une lyse osseuse, nous avons considéré que la perte de la dent était due à un problème parodontal.

Ainsi, les lésions d'origine carieuse comprennent, les dents cariées, les pertes *ante-mortem* et les kystes. Ces nouvelles données augmentent la prévalence globale de la carie à 11,35%.

	N Dents + PAM + kystes	N Lésions	Fréquence lésions (%)
Sépulture 1	624	62	9,93
Fosse XIV	214	8	3,73
Les Varennes	230	10	4,34
Butte Saint-Cyr	1275	186	14,58
Total	2343	266	11,35

Tableau 50 - La maladie carieuse. Fréquence des lésions en fonction des chambres sépulcrales. La fréquence des lésions tient compte de dents cariées, des pertes *ante mortem* et des kystes. Lésions = nombre de dents cariées + pertes *ante mortem* + kystes.

La répartition des caries, selon les groupes de dents, n'est pas homogène. Dans toutes les chambres, les molaires sont les dents le plus fréquemment atteintes : 75% des caries ont été observées sur des molaires, 18% sur des prémolaires et seulement 7% sur le bloc incisivo-canin.

Comparaison entre ensembles sépulcraux

Le taux de lésion d'origine carieuse (sur les dents et le parodonte) par ensemble sépulcral est hétérogène (tabl. 50). Pour les quatre chambres, on obtient des valeurs comprises entre 3,73% et 14,58% avec des différences significatives ($p = 0,001$) entre tous les monuments sauf entre les Varennes (4,34%) et la Fosse XIV (3,73%). Les inhumés dans ces deux dernières chambres sont les moins susceptibles à cette pathologie. En revanche, le taux d'atteintes carieuses des individus de la Butte Saint-Cyr est remarquable (14,58%).

Mais, pour la Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr, la fréquence des seules dents cariées varie peu (Sép. 1 : 4,69 ; Butte Saint-Cyr : 5,29). Dans cette dernière, ce phénomène s'explique par la présence de mandibules partiellement édentées qui augmente considérablement le nombre de dents perdues *ante-mortem* et par conséquent la prévalence de la maladie. Ce taux particulièrement élevé, comparé aux fréquences connues pour l'époque, est révélateur d'un manque d'adaptation du système immunitaire du groupe aux conditions de vie, si l'on considère l'origine actuellement reconnue des caries.

Dans le développement et l'augmentation de la carie, plusieurs facteurs interviennent. La littérature de paléopathologie dentaire accorde à l'alimentation une place prépondérante dans la prévalence de la carie. Cependant, dans les séries examinées, il n'y a pas de preuve définitive qu'il existe une corrélation entre l'adoption d'une alimentation riche en hydrates de carbone et l'augmentation de la fréquence. La composition du bol alimentaire des inhumés dans les quatre sépultures, de par leur proximité géographique et chronologique, devait être assez semblable et, même en supposant que le régime alimentaire des inhumés à la Butte Saint-Cyr et à la Sépulture 1 accordait une place plus importante aux aliments cariogènes, ce qui reste à prouver, d'autres facteurs doivent être invoqués pour tenter d'expliquer les différences relevées. Des études réalisées sur des jumeaux monozygotes, hétérozygotes et sur des familles, montrent l'influence de l'hérédité à la susceptibilité de la carie (Hanihara 1963 ; Reich *et al.* 1999). Dans le cas présent, il est indéniable qu'une prédisposition à la carie acquise par hérédité joue un rôle prépondérant, hérédité

portant certainement sur une mauvaise qualité de l'émail, un PH salivaire favorisant et des difficultés du système immunitaire à se défendre face aux bactéries cariogènes.

Les différences de fréquence de caries peuvent aussi trouver une éventuelle explication dans le sexe et l'âge au décès des inhumés :
- Dans les populations sans prévention ni soins dentaires, il est actuellement admis que les femmes sont plus sujettes à la carie que les hommes dans la mesure où leurs modifications hormonales au cours de la vie ont une répercussion sur la composition salivaire qui tend de ce fait à favoriser la minéralisation de la plaque dentaire et à la destruction des tissus durs de la dent (Hess 1970 ; Haugejorden 1996 ; Lukacs & Largaespada 2006).

- L'estimation de l'âge au décès dans les dépôts collectifs n'est pas facile. Toutefois, nous savons que des adultes ont été identifiés dans les quatre chambres. La comparaison de l'usure dentaire entre les quatre groupes indique, à la Fosse XIV et aux Varennes, où le taux de caries correspond aux taux attendus, un stade d'usure inférieur à celui de la Sépulture 1 et de la Butte Saint-Cyr. Ceci tend à indiquer que les sujets adultes inhumés dans ces deux dernières sépultures avaient une moyenne d'âge au décès supérieure aux autres.

A titre d'hypothèse, nous pourrions proposer que, soit les inhumés à la Sépulture 1 et surtout à la Butte Saint-Cyr avaient un environnement buccal (qualité de l'émail, PH salivaire...) moins résistant et plus susceptible à l'agression bactérienne, soit ces deux ensembles ont accueilli des défunts plus âgés qu'ailleurs qui auraient eu le temps de développer davantage la maladie. Nous ne pouvons pas favoriser une hypothèse plutôt que l'autre. Cependant, ces faits indiquent la présence d'un nombre plus important d'adultes âgés et peut-être de femmes dans ces deux sépultures qui expliquerait en partie un nombre plus important de dents cariées ainsi que la présence à la Butte Saint-Cyr de mandibules partiellement ou totalement édentées. Ces interprétations sont à prendre avec prudence en raison des particularités propres aux échantillons. Elles sont plausibles, dans la mesure où l'on sait que la carie est corrélée au sexe et à l'âge.

La maladie parodontale

Malgré le temps écoulé, la maladie carieuse des populations du passé nous est accessible dans sa globalité par les traces laissées sur les dents et le parodonte. En revanche, pour ce qui est de la maladie parodontale, seules les traces sur l'os nous sont accessibles. Ainsi, les résultats obtenus sont le reflet de la phase ultime de cette maladie, aux traces plus ou moins sévères. Ils sont, de ce fait, minimisés car le début de la maladie, s'exprimant par des gingivites, ne peut pas être observé.

De même qu'en parodontologie clinique, nous avons retenu 3 stades caractérisés par le niveau de la crête alvéolaire selon la classification établie par Schroëder (1987).

Pour les quatre chambres, il était impossible d'évaluer les problèmes parodontaux par individu, les résultats traduisent seulement les atteintes sur les maxillaires et sur les mandibules des adultes. A Val-de-Reuil et Porte-Joie, la maladie parodontale ne touche que les adultes.

	Mx + Md observés	Lésions du parodonte	Parodontopathies
	N	N	%
Sépulture 1	59	21	35,59
Fosse XIV	16	3	18,75*
Les Varennes	24	8	33,33
Butte Saint-Cyr	108	33	30,55

Tableau 51 - Fréquence des parodontopathies par sépulture, maxillaire et mandibule confondus. * = le mauvais état de conservation des alvéoles dentaires des inhumés à la Fosse XIV rend le résultat non significatif.

Avec seulement 20% d'alvéoles observées, les résultats de la Fosse XIV sont dépourvus de signification. Pour les 3 séries étudiées ici, le tiers des pièces observables montre une atteinte parodontale. La fréquence de lésions parodontales est très comparable entre les sépultures (tabl. 51).

Comme pour la maladie carieuse, l'étiologie de la maladie parodontale est complexe. De nombreuses études s'accordent à montrer que la maladie parodontale peut être liée à des causes locales telles les malpositions dentaires, une composition salivaire génératrice de tartre, la présence de caries interproximales favorisant le bourrage alimentaire entre les dents. Mais ces causes locales ne sont que des facteurs aggravants et ne sont pas suffisantes pour expliquer l'origine des lésions.

La maladie parodontale est une maladie infectieuse à manifestation inflammatoire ; elle est caractérisée par une destruction des tissus parodontaux provoquée par les bactéries de la plaque dentaire. La maladie parodontale résulte d'un déséquilibre entre la flore bactérienne et l'hôte. Plusieurs facteurs sont impliqués dans son initiation et sa progression. Certains agissent par modification de la flore buccale, d'autres par altération de l'état immunitaire du patient. Les principaux facteurs étiologiques de la maladie parodontale sont : la présence et la prolifération de bactéries parodontopathogènes, une hygiène buccale défaillante, l'âge, le stress, mais surtout, il est reconnu actuellement l'importance des facteurs génétiques, endocriniens et immunitaires (Bercy & Tenenbaum 1996).

Cette étiologie multifactorielle montre que l'état de santé parodontale est davantage influencé par la réaction de l'organisme de chaque individu en réponse à une agression. La susceptibilité à développer cette maladie acquise en partie par des facteurs génétiques et immunitaires plaide en faveur d'un apparentement entre les inhumés.

Contrairement à la carie, nous n'observons pas de différences notables entre les trois séries étudiées. Qu'un tiers des sujets de Val-de-Reuil et Porte-Joie aient développé une atteinte parodontale confirme que, les conditions de vie n'étaient pas favorables au maintien d'un système immunitaire capable de se défendre face à l'infection car, pour que certaines bactéries aux tropismes particuliers puissent provoquer la maladie, il est nécessaire que l'hôte présente un système immunitaire défaillant face à ces germes.

	1 ligne d'hypoplasie				2 lignes ou plus d'hypoplasie		Total
	Incisives	Canines	Prémolaires	Molaires	Incisives	Canines	
Sépulture 1	1	1	0	0	2	2	6
Fosse XIV	0	0	0	3	0	0	3
Les Varennes	0	0	2	0	0	0	2
Butte Saint-Cyr	1	0	0	0	0	0	1
Total	2	1	2	3	2	2	12

Tableau 52 - Hypoplasies des sujets immatures sur dents déciduales et permanentes non minéralisées (dents supérieures et inférieures regroupées).

Dents permanentes (apex minéralisé)	Incisives	Canines	Prémolaires	Molaires	Total
N Dents observées	505	308	590	771	2174
N Dents atteintes	12	18	13	22	65
%	0,55	0,82	0,59	1,01	2,98
Autre présentation	2,38	5,84	2,2	2,85	2,99

Tableau 53 - Hypoplasies des dents totalement minéralisées : fréquence globale en fonction des catégories dentaires.

Les hypoplasies de l'émail dentaire

L'hypoplasie est un défaut de calcification de l'émail dentaire, visible macroscopiquement, qui peut exister à des degrés variables. Les hypoplasies se formant avant la formation de l'émail et de la dentine sont irréversibles. La période pendant laquelle les hypoplasies peuvent se produire est limitée : pendant la première année de la vie pour les dents temporaires ; de la naissance à la douzième année (troisième molaire) pour les dents permanentes. La morphologie des lésions est variée et leurs formes les plus fréquentes sont des lignes horizontales au niveau des incisives, des canines et des prémolaires (Marcsik 1989). Cette forme d'hypoplasie linéaire peut se réaliser à la suite de l'action de facteurs indirects dont les plus connus sont les perturbations généralisées du métabolisme, les carences vitaminiques, les maladies infectieuses, un traumatisme périnatal (Hillson 1996 ; Guatelli-Steinberg & Lukacs 1999). Les lésions produites par ces causes généralisées à action indirecte sont distribuées symétriquement sur des groupes dentaires homologues. En revanche, les hypoplasies produites par des causes directes, tel un traumatisme, seront localisées asymétriquement sur seulement une ou deux dents.

Il est généralement admis que les hypoplasies à cause indirecte correspondent à une période de perturbation nutritionnelle sévère et prolongée, à des hypovitaminoses (en particulier les vitamines A, C et D) ou à des carences en sels minéraux (Pindborg 1970 ; Ortner & Putschar 1985 ; Avery 2000), mais des infections généralisées de type viral survenant pendant la vie intra-utérine ou pendant la période post-natale chez l'enfant peuvent être aussi à l'origine d'hypoplasies distribuées de manière symétrique (Schroöder 1987). La fréquence des hypoplasies apporte des informations sur les conditions de vie des populations (Lovell & Whyte 1999), mais surtout sur la capacité de chaque individu à résister aux agressions extérieures pendant la croissance. En ce qui concerne les populations du passé, des fréquences plus élevées constatées chez les populations agricoles, comparées aux chasseurs-collecteurs, sont attribuées par certains auteurs à une dégradation du niveau de vie produit par une alimentation pauvre en vitamines et simultanément par une plus grande susceptibilité du système immunitaire face aux maladies infectieuses (Goodman *et al.* 1984 ; Larsen 1995).

Dents permanentes (apex minéralisé)	N Dents observées	% Hypoplasies
Sépulture 1	589	2,71%
Fosse XIV	208	1,44%
Les Varennes	225	4%
Butte Saint-Cyr	1152	3,38%

Tableau 54 - Hypoplasies des dents totalement minéralisées : fréquence par sépulture pour l'ensemble des catégories des dents.

La présence d'hypoplasies a été observée, à la loupe, sur toutes les dents adultes et immatures. La majorité des dents étant isolées, les fréquences et comparaisons entre sépultures ont été calculées par catégorie de dents.

Un total de 2174 dents matures et 727 immatures (déciduales et permanentes) a été étudié. Les cas observés présentent, sans exception, la forme linéaire de l'hypoplasie de l'émail et sont disposées symétriquement.

Globalement, parmi les dents immatures, aucune hypoplasie n'a été notée sur les dents déciduales. En revanche, environ 3% de dents permanentes présentent cette atteinte (tabl. 52). La fréquence des lésions est en général faible et varie peu d'une catégorie de dents à une autre. Ces observations vont à l'encontre des résultats que l'on retrouve habituellement dans les populations archéologiques où le bloc incisif et surtout les canines sont les dents les plus atteintes (Lovell & Whyte 1999 ; Palubeckaitė *et al.* 2002). Cela tend à montrer que les stress biologiques reconnus de la petite enfance n'ont guère affecté les sujets immatures. Lorsque leur système immunitaire était déficient, leur vulnérabilité aux stress s'est prolongée au moins jusqu'à l'âge de 9 ans, âge auquel la calcification de la troisième molaire supérieure commence. Il est intéressant de noter que sur les 17 dents présentant 1 ou 2 lignes d'hypoplasie, 6 sont des molaires. Dans la Sépulture 1, sur les 9 dents atteintes, 7 appartenaient au même sujet. Ainsi, à Val-de-Reuil et à Porte-Joie, les hypoplasies traduisent plus une susceptibilité individuelle que collective.

En ce qui concerne les dents totalement formées, la fréquence d'hypoplasies est faible (2,98%) et, comme pour les immatures, toutes les catégories de dents sont touchées (tabl. 53).

Analyse par sépulture

Les sujets adultes des quatre sépultures se distinguent par une faible fréquence d'hypoplasies. En ce qui concerne les catégories de dents, la distribution des hypoplasies est différente d'un site à l'autre (tabl. 54). Les dents des Varennes sont non seulement les plus touchées, mais toutes les catégories de dents sont concernées. A la Sépulture 1 et à la Butte Saint-Cyr, les molaires sont préférentiellement atteintes, suivies des canines et des incisives. A la Fosse XIV, seulement 3 molaires sont touchées.

Globalement, toutes les lésions répertoriées concernent les dents matures, ce qui semble signifier que les épisodes de malnutrition et d'infection sont intervenus après la première année de vie, période où la calcification des couronnes des dents déciduales est terminée. Les hypoplasies sur les couronnes des dents permanentes sont toutes situées, quelle que soit la catégorie, au niveau du tiers cervical, ce qui pourrait correspondre à une plus grande susceptibilité des dents au stress durant la phase terminale de leur calcification. Cela n'indique pas pour autant que les épisodes de stress vécus pendant cette période étaient plus sévères qu'aux âges précédents pour lesquels nous n'avons pas de traces sur l'émail. Il est actuellement convenu que cette situation indique plutôt une structure de l'émail différente du reste de la couronne la rendant, lors de sa formation, plus sensible aux agressions (Goodman & Armelagos 1985).

Pathologie osseuse

Pour la pathologie osseuse, nous avons choisi de mettre en valeur les paramètres les plus susceptibles d'éclairer les conditions de vie des anciens habitants de la Boucle du Vaudreuil.

Lésions d'origine infectieuse

Les critères macroscopiques et radiologiques, témoins de lésions osseuses d'origine infectieuse ont été recherchés : l'association de remaniements osseux avec densification hétérogène, l'épaississement périosté, les abcès intra-osseux avec séquestre. Seul un cas d'apposition périostée a été relevé sur l'ensemble de l'échantillon. Il a été volontairement écarté en raison d'un diagnostic trop imprécis. Sa description est présentée dans la rubrique "lésions d'origines diverses". Hormis ce cas, aucune lésion d'origine infectieuse n'a été relevée.

L'arthrose

L'arthrose est définie par la dégradation de la couverture cartilagineuse des diarthroses. Les sites anatomiques susceptibles d'exprimer les effets des activités physiques sont l'arthrose de l'épaule (omarthrose), de la hanche (coxarthrose) et du rachis. Ces parties anatomiques souffrent, sans distinction, d'un mauvais état de conservation. En ce qui concerne le rachis, l'étude de vertèbres isolées ne permet pas de conduire l'étude en fonction de l'âge et du sexe des sujets, paramètres essentiels pour l'interprétation des lésions.

Pour ces régions anatomiques, seul un cas de coxarthrose a été relevé sur un fragment d'ilium droit d'un adulte de la Butte Saint-Cyr (3583) comprenant l'acetabulum et la racine des bran-



Photo 55 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr" (1123) : clavicle avec myosite.

ches ischio-pubienne et ilio-pubienne. La cavité acétabulaire est bordée d'une collerette ostéophytique marquée d'environ 2 mm d'épaisseur. Le fond de la cavité est aminci, avec orifice vasculaire élargi et début de protrusion acétabulaire.

Lésions d'origine traumatique

La pathologie d'origine traumatique concerne les fractures, luxations ou entorses et leurs séquelles. Ces lésions sont visibles par leurs conséquences sur l'os si la survie de l'individu a permis leur apparition. Les cas relevés témoignent ainsi de la survie des individus. En effet, lors d'une fracture, il est convenu qu'un minimum de deux semaines est nécessaire pour commencer à développer un cal (Aufderheide & Rodriguez-Martin 1998). La présence d'une arthrose secondaire authentifie la récupération fonctionnelle même partielle. La pseudo arthrose, l'ankylose ou l'infection sont des complications pouvant être favorisées par des manipulations inappropriées. Les renseignements apportés par la constatation d'un cal osseux concernent non seulement l'individu mais également son environnement et son entourage immédiat. La qualité du cal, la cicatrisation en position anatomique peuvent témoigner d'une tentative de réduction en vue de l'alignement des segments osseux. De même, la répartition des fractures en un site osseux peut nous éclairer sur les mécanismes et le déroulement d'un choc traumatisant qu'elle que soit l'activité qui l'a produite. Ainsi, la description des traumatismes apportera des informations sur les capacités de récupération des blessés et son intégration au sein du groupe.

● Lésions d'origine traumatique sur le membre supérieur

◆ Butte Saint-Cyr

- Une **clavicule** droite dépourvue de l'extrémité sternale (1123) porte les séquelles d'un traumatisme acromio-claviculaire avec un cal exubérant, une lésion de polissage et des remaniements superficiels importants laissant supposer une myosite ossifiante. L'intensité des lésions laisse un doute quant à la possibilité d'une ostéite surajoutée (photo 55).

- Un **radius** gauche (5650) présente un important remodelage à l'insertion des muscles rotateurs avec processus d'ossification associé sur la partie postérieure de la circonférence ; l'aspect et la présence du polissage sont plutôt en faveur d'un traumatisme important isolé, avec polissage secondaire et rupture partielle du tendon. Par ailleurs, la tête est indemne.



Photo 56 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr" (1396) : double fracture sur fémur.



Photo 57 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr" (3834) : fémur, double fracture du col.



Photo 58 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr" (758) : fibula gauche (deux extrémités altérées).

◆ Les Varennes

- Sur la facette acromiale d'une **clavicule** gauche (491) est visible une déformation de forme quadrangulaire, bavant vers le bas, produite probablement par un traumatisme. La portion interne est absente.

- Sur un **humérus** gauche (826), une collerette arthrosique s'étend sur les bords de la trochlée et du condyle associé à une lamelle irrégulièrement développée sur la fossette sus-trochantérienne. Il s'agit vraisemblablement d'une séquelle traumatique.

- Le quart inférieur d'un **radius** fragmenté, dont la partie supérieure est absente (169), est porteur de séquelles d'une fracture par tassement avec légère angulation à sinus antérieur. On note la présence d'un cal à petit bourrelet horizontal.

● Lésions d'origine traumatique sur le membre inférieur

◆ Butte Saint-Cyr

- Un **fémur** droit (1396) présente une double fracture (photo 56). La première est située au tiers supérieur de la diaphyse, sous le petit trochanter. Le cal osseux témoigne d'une cicatrisation en

baïonnette, avec attitude vicieuse (illustrée par une angulation et une rotation du fragment supérieur).

La deuxième fracture intéresse le tiers moyen de la diaphyse avec, comme pour la précédente, l'obtention d'un cal cicatriciel et un décalage vers le haut du fragment supérieur. L'extrémité de la ligne âpre se trouve avoir la même orientation que la tête. Ce sujet marchait avec le pied en dehors, sous réserve que le tibia n'ait pas été touché.

Sur le fragment de tête conservée il n'existe pas de signe d'arthrose secondaire. Le genou est absent. Le raccourcissement de l'os est d'environ 10 cm. L'impact, d'un seul coup, a été latéral. L'orientation de la ligne âpre montre que le pied était en valgus. Il s'agit de deux fractures non réduites avec une consolidation en mauvaise attitude. L'angulation et le chevauchement non réduits ont permis ultérieurement la marche.

On peut suggérer une immobilisation avec le pied tourné vers l'extérieur. En tout cas, ce sujet a été assisté par la communauté dans la mesure où un cal de cette sorte nécessite environ deux mois pour se constituer. Il était bien alimenté car le cal est de bonne qualité ; généralement, il faut 60 jours pour fabriquer un cal de bonne qualité et 100 jours pour remarcher.

- Le **fémur** d'un adulte (3834) présente une possible fracture du col avec protrusion (photo 57). Une importante ossification est visible sur la partie supérieure de l'insertion de la capsule articulaire laissant apparaître le passage du tendon ischio-fémoral ; le pôle supérieur de la tête présente un sillon d'environ 5 mm formant une véritable gorge dont la surface est cicatrisée mais sans polissage. Il y a donc absence de néo-articulation. Ces éléments évoquent les conséquences d'un traumatisme ayant porté d'abord sur la tête fémorale et ensuite forcément sur la cavité cotyloïde (absente). L'insertion du ligament rond est quasiment inexistante. Il y a eu probablement la participation du sourcil cotyloïdien et un mécanisme de luxation spontanément réduite de la tête fémorale du fait du maintien de la surface articulaire d'une partie de la tête.

- Sur un autre **fémur** (1887), on observe les caractéristiques propres à la luxation de la hanche, notamment la tête fémorale en "tampon", le col court, trapu...).

- Sur le tiers supérieur d'une **fibula** (st. A), on perçoit un arrachement avec ossification inter-membranaire avec spicules osseuses au niveau de la face interne de l'extrémité distale. Ceci traduit un mécanisme de lésion tibio-fibulaire en "baïonnette" consécutive à une entorse de la cheville.

- Les deux extrémités d'une **fibula** gauche (758) sont altérées (photo 58). Au niveau supérieur, la facette articulaire est élargie avec enthésopathie descendante à la limite supérieure de l'orifice de l'artère tibiale antérieure. Distalement, le ligament tibio-fibulaire présente des enthésopathies sans réaction des surfaces articulaires. La présence de réactions pathologiques aux deux extrémités de l'os est couramment associée à des lésions de type fractures malléolaires tibiales, à une entorse isolée ou à une fracture tibiale.

◆ Les Varennes

- La fossette inférieure d'une **fibula** gauche (2876) présente une altération de surface évoquant une entorse : elle est agrandie en hauteur vers l'arrière, avec des exostoses aux extrémités et au bord postérieur.

◆ Sépulture 1

Les deux plateaux et la surface articulaire fibulaire d'un **tibia** droit incomplet (124) sont bordés d'une collerette émoussée avec enthésophytes de petite dimension. Il existe une enthésopathie au niveau de l'épine tibiale droite, ainsi qu'un rebord émoussé avec discret surplomb de la partie postéro-interne du plateau gauche. La partie postérieure du plateau droit se prolonge et débordé en arrière. L'association de ces différentes constatations plaide pour des séquelles d'un traumatisme du genou. Il s'agit d'une entorse avec atteinte du pivot central.

● Bilan sur les lésions d'origine traumatique

Le nombre de lésions traumatiques observées à Porte-Joie et à Val-de-Reuil est particulièrement faible : 5 à la Butte Saint-Cyr, 4 aux Varennes, 1 à la Sépulture 1, aucune à la Fosse XIV. Globa-

lement, le membre inférieur semble plus touché que le membre supérieur. La qualité des cals est satisfaisante (en particulier sans ostéite) mais la cicatrisation a parfois fixé les segments en attitude vicieuse. Les tentatives de réduction furent peu fréquentes ou tout au moins non couronnées de succès, avec cependant assistance aux blessés comme en témoigne la survie de sujets après certains traumatismes sévères. Les gestes traumatisants à l'origine des lésions constatées semblent avoir une origine accidentelle plutôt que volontaire. La rareté de traumatismes et l'absence de blessures par objets contondants montrent que les risques d'agression entre les individus ou les groupes humains étaient réduits dans des conditions de vie que l'on peut imaginer paisibles et sédentaires.

Lésions d'origines diverses

● Butte Saint-Cyr

- Les **deux tibias** d'un sujet (538 et 3293 appariés) présentent de fines appositions périostées au tiers moyen et tiers distal des faces latérale et médiale, au niveau des ligaments tibio-fibulaires et au dessus de la malléole médiale. En l'absence du reste des membres inférieurs, la signification de ces appositions n'est pas univoque, elles peuvent témoigner de carences, d'infections ou de contraintes locales.

Il existe aussi une torsion de l'axe des deux diaphyses avec une rotation externe des pieds. Ceci peut traduire aussi bien une modification morphologique constitutionnelle des deux tibias, qu'une conséquence indirecte d'une pathologie coxo-fémorale sous-jacente.

- Sur une **tête humérale** (2921), une ébauche de collerette ostéophytique recouvre le pourtour de la surface articulaire avec un début de diminution de cette surface en regard de la petite tubérosité, remaniée par des productions ostéophytiques. Les possibilités de diagnostic sont soit une périarthrite, un traumatisme de la coiffe des rotateurs, soit les conséquences d'une pathologie inflammatoire.

Malformations congénitales

● Orifices et dépressions pariétales (Les Varennes)

La voûte crânienne d'un sujet adulte inhumé aux Varennes (259) présente des caractéristiques ne correspondant à aucune structure anatomique normale (photo 59). Il présente deux orifices pariétaux ovalaires situés de part et d'autre de la suture sagittale, leurs petits axes se rejoignant à 3 cm en arrière du bregma. Le grand axe de l'orifice gauche, orienté d'avant vers l'arrière, est de 28 mm, le petit axe de 20 mm. L'orifice droit, de dimensions plus réduites est plus irrégulier (grand axe : 26 mm ; petit axe : 25 mm). Entre les deux orifices, il subsiste un pont osseux d'environ 10 mm de large avec, en son milieu, la suture sagittale.

Au niveau des deux orifices pariétaux, la bordure est en pente douce sur environ 30 mm. Les deux orifices ont des bordures recouvertes d'une structure osseuse en continuité avec la face exocrânienne. Les bords ont un contour simple, régulier, sans déchiquetage ni ostéophytes. Leurs berges apparaissent biseau-



Photo 59 - Val-de-Reuil "Les Varennes" (259) : crâne avec orifices et dépressions pariétales.

tées aux dépends de la table externe et présentent une surface unie, non érodée, légèrement convexe. A aucun endroit on ne discerne d'alvéoles diploïques non comblées, de traces de grattage ou d'incision mécanique, et les berges se raccordent, sans démarcation, aux régions voisines.

La table externe est unie à la table interne par un rebord lisse et mousse. La table interne a un aspect normal. On n'y décèle ni biseau, ni traces d'infection ou de traumatisme. Aucune zone de condensation ni de raréfaction n'est visible.

La présence de ces deux orifices, presque symétriques sans trace d'intervention permet d'écarter une origine traumatique, de même que la pratique de deux trépanations. Les trous pariétaux élargis (*foramina parietalia permagna*) peuvent avoir un aspect semblable à ce cas, par la localisation des orifices, dans la partie postérieure des deux pariétaux, par la configuration des deux trous et par leurs dimensions (Ortner et Putschar, 1985). La présence de lacunes d'origine congénitale nous semble donc l'hypothèse la plus vraisemblable.

Sur ce même bloc crânio-facial, il existe à environ 50 mm en arrière du bregma et de ce point à 60 mm de part et d'autre de la suture sagittale, deux zones légèrement déprimées d'environ 25 mm de diamètre et 2 mm de profondeur (cf. photo 59). Sur les deux pariétaux, la table externe descend en pente douce vers la table interne. L'amincissement est progressif, des bords vers le centre où il atteint 2 mm environ de profondeur. A droite, on note un petit orifice vraisemblablement apparu *post-mortem*. La table interne est amincie mais ne présente aucun signe de pathologie.

Cette anomalie, peu décrite en paléopathologie car rare, est une affection à progression lente, progressive et bénigne. Des observations familiales sont mentionnées mais peu d'études confortent la possibilité d'une transmission génétique (Lipinski & Stenzel 1974 ; Breitingner 1983).

- Sacralisation de la cinquième lombaire

Deux sujets, l'un inhumé aux Varennes (807) (photo 60), l'autre à la Sépulture 1 (F 15-161) présentent une sacralisation de la der-



Photo 60 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr" (807) : sacrum avec sacralisation de L5.



Photo 61 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr" (1636) : crâne d'enfant avec disharmonie crânio-faciale.

nière lombaire. Pour le premier, l'anomalie intéresse seulement le côté droit, l'articulation sacro-iliaque est ankylosée. Pour le second, elle est bilatérale. Ce dernier présente un développement anormal des apophyses transverses qui sont fusionnées aux ailerons sacrés. Les sujets porteurs de ces anomalies souffraient certainement de lombalgies et/ou de sciatiques (Gravier 1970). Ces lombalgies sont provoquées par une mobilité réduite de la L5 en raison des puissants ligaments qui la relient aux ailes iliaques ; en revanche, la L4 est une pièce bien plus mobile. Cette disposition anatomique permet une répartition des pressions de façon homogène sur les disques sus et sous-jacents à la L5. En cas de sacralisation, il n'existe plus de pièce semi-mobile entre le sacrum et la colonne mobile, d'où un surmenage fonctionnel se concentrant sur le disque de jonction avec altération de ce dernier (De Seze & Le Baudour 1959). Il s'agit d'une anomalie reconnue héréditaire.



Photo 62 - Val-de-Reuil "Les Varennes" (1650) : vertèbres thoraciques soudées.

- Disharmonie crânio-faciale

Sur un bloc crânio-facial d'enfant des Varennes (1636), d'un âge au décès compris entre 6 et 8 ans, une déformation taphonomique a endommagé tout le côté gauche, notamment la région temporale et la base. Cependant, il est possible d'observer que cet enfant a été touché par une asymétrie au niveau de la voûte : les sutures sont bien visibles, sans aucune déviation (photo 61). En revanche, en vue supérieure, une forte asymétrie est observée. Les pôles frontal, pariétal et occipital droits sont plus avancés que sur le côté gauche. Une perte de substance au niveau de la bosse frontale droite ne permet pas d'observer si elle est plus marquée que la gauche. Il s'agit d'une *pseudo-plagiocéphalie*. C'est une dysharmonie qui présente un aspect caractéristique de plagiocéphalie mais sans perturbation des sutures coronale et sagittale. Il est à noter la persistance de la suture métopique.

L'étude de ce crâne nous a conduit à refaire les remontages des différentes pièces ce qui a considérablement amoindri l'aspect initialement déformé du crâne. Ainsi, contrairement à ce qui a été décrit, par ailleurs (Dastugue & Gervais 1995), nous ne pensons pas que l'on puisse mettre en évidence une déformation volontaire sur ce crâne.

- Bloc de deux vertèbres thoraciques (Les Varennes ; T12 et L1, plus T11)

La fusion intéresse les articulations inter-apophysaires qui sont totalement soudées ne laissant apparaître que quelques interstices de surface articulaire non altérés (1650). Les processus épineux sont absents, mais leur implantation permet de penser qu'ils étaient parallèles, voire rapprochés. Les corps vertébraux ne sont pas fusionnés et il n'existe aucun signe de spondylodiscite ; l'espace intervertébral est respecté avec parallélisme des deux plateaux ; les trous de conjugaison sont respectés. Ces éléments

sont en faveur d'un bloc vertébral congénital (De Seze & Le Baudour 1955) (photo 62).

A ce bloc sont associés des phénomènes dégénératifs secondaires qui prédominent sur le bord inférieur droit de L1 avec des ostéophytes d'environ 2 mm sur le rebord du plateau ainsi qu'une flamme ostéophytique ascendante sur le rebord antérieur du plateau supérieur de T12. En regard de cet ostéophyte, le bord du plateau inférieur présente également des ostéophytes.

Le corps de cette vertèbre est légèrement cunéiforme avec des remaniements ostéophytiques du pourtour du plateau supérieur ainsi que des massifs articulaires postérieurs. Ces éléments évoquent une pathologie dégénérative banale avec tassement du corps de la vertèbre, secondaire au bloc vertébral sous-jacent.

- Fusion congénitale des deux os de la jambe (sans n°)

Les enthèses ou marqueurs musculo-squelettiques (MMS)

Les modifications des enthèses (ou marqueurs musculo-squelettiques : MMS), appelées enthésopathies, sont des altérations de la zone correspondant au site d'ancrage des tendons, ligaments, capsules ou *fascias* qui s'insèrent dans l'os (Bard *et al.* 2003:19). Les lésions peuvent toucher soit le périoste, soit toutes les composantes de l'os (Husson *et al.* 1991:158-159).

De nombreuses études paléopathologiques rapportent la présence d'enthésopathies sur le squelette pour mettre en relation les marques relevées au niveau des enthèses avec les activités des populations du passé. La caractérisation d'une activité précise serait envisageable lorsque un squelette présente une enthésopathie identique à celle rencontrée dans des modèles médico-sportifs ou médico-professionnels actuels (Dutour 1992 ; Kennedy 1998 ; Palfi & Dutour 1996). Cependant, l'étiologie des enthésopathies demeure encore mal connue malgré la fréquence de ces lésions ; les mécanismes de leur formation sont complexes et les causes ne peuvent pas être toujours d'origine mécanique. En effet, certaines pathologies systémiques, les désordres métaboliques ou inflammatoires, les anomalies de croissance, les phénomènes dégénératifs observés chez le sujet âgé, la nutrition, l'hérédité, représentent autant des agents pouvant aussi affecter le développement des marqueurs musculo-squelettiques (Jurmain 1999:143).

- Variables biomécaniques

Pour étudier les enthésopathies, nous avons choisi de retenir certains os des membres supérieurs (clavicule, humérus, radius et ulna) et inférieurs (fémur, patella, tibia, calcaneus), dans la mesure où ils peuvent rendre compte du niveau de sévérité des pathologies des enthèses. Tous les sites anatomiques observés sont associés à des muscles ou groupes musculaires importants (tabl. 55). L'étude à partir d'os sans connexion anatomique n'a pas permis d'observer l'asymétrie bilatérale impliquée dans certaines tâches spécialisées ni l'incidence en fonction du sexe et de l'âge. D'autres éléments osseux, tels les vertèbres, auraient pu aussi

Pièce osseuse	Site anatomique
Clavicule	l. costo-claviculaire
Humérus	m. grand pectoral
Radius	m. biceps brachial
Ulna	m. triceps brachial
Fémur	m. grand fessier
Patella	m. quadriceps fémoral
Calcaneus	m. triceps sural

Tableau 55 - Sites anatomiques observés.

témoigner du niveau de stress physique général appliqué sur le haut du corps, mais leur état fragmenté et sans connexion ne permettait pas l'examen par individu ni de juger de leur asymétrie. Ont été également mis de côté les os immatures dans la mesure où les modifications des enthèses chez les sujets jeunes sont indépendantes des stress mécaniques (Hawkey & Merbs 1995).

Deux sortes de manifestation des enthésopathies ont été observées : une tubérosité sur l'os (condition hypertrophique) ou une concavité dans l'os (condition atrophique). Dans les deux cas, plus la lésion est marquée, plus la condition est sévère. Sept sites d'attachement musculaire sur les os précités ont été sélectionnés en fonction de l'état de conservation des pièces. Etant donnée la pluralité des facteurs pouvant intervenir dans la formation des enthésopathies, il convient de souligner, que les lésions repérées sur des os sans connexion anatomique ne peuvent pas rendre compte de l'origine précise de la lésion, tous les facteurs en cause pouvant induire une réaction adaptative analogue à celle produite par les marqueurs osseux d'activités. En conséquence, les résultats présentés indiquent seulement la fréquence d'enthèses modifiées à des degrés plus ou moins sévères.

La sévérité des lésions a été évaluée à partir de la dimension des productions osseuses selon la méthode de E. Crubezy (1988). N'ont été retenues que les enthésopathies remarquables de plus de 2 mm de saillie ou d'extension sans différencier les os droits des gauches. L'état de conservation des restes de la Fosse XIV ne permet pas les observations.



Photo 63 - Val-de-Reuil "Butte Saint-Cyr" (2314) : enthèses sur calcaneus.

Avec des résultats équivalents, le quadriceps et les ligaments du pied, sollicités dans la marche, sont particulièrement marqués dans toutes les sépultures (tabl. 55 et 56). L'homogénéité de l'ensemble des résultats semble indiquer non seulement que les 4 groupes humains avaient la même susceptibilité à développer les lésions mais aussi qu'ils pratiquaient quotidiennement des activités physiques dans lesquelles les membres supérieurs et inférieurs étaient particulièrement sollicités étant donné la sévérité des lésions. Aucune différence significative ni par chambre ni par site anatomique n'a été relevée (photos 63 à 65).

Interventions volontaires

● Orifice de trépanation

Sur un bloc crânio-facial de la Sépulture 1, réduit au pariétal droit incomplet et une petite portion de frontal et d'occipital (842-843), existe une partie d'un orifice sur la moitié droite du pariétal au dessus de la ligne médiane ; le pariétal gauche, ainsi que la partie gauche de l'orifice, ne sont pas conservés (photo 66). Le bord postérieur de cet orifice est à 15 mm du lambda

	Sépulture 1			Les Varennes			Butte Saint-Cyr			Statistiques			
	Observations	Enthésopathies	Fréquence	Observations	Enthésopathies	Fréquence	Observations	Enthésopathies	Fréquence	Sép. 1 / Var.	Sép. 1 / Bcyr	Var / Bcyr	
	N	N	%	N	N	%	N	N	%	p	p	p	
Clavicule	29	5	17,24	29	3	10,34	26	4	15,38	Clavicule	0,77	0,2	0,55
Humérus	19	3	15,78	39	10	25,64	36	10	27,77	Humérus	0,8	1	0,2
Radius	29	3	10,34	33	4	12,12	65	8	12,3	Radius	0,25	0,29	0
Ulna	54	5	10,2	28	3	10,71	74	5	6,75	Ulna	0,07	0,83	0,7
Fémur	43	5	11,62	46	6	13,04	64	8	12,5	Fémur	0,29	0	0,14
Patella	21	3	14,28	13	3	23,07	85	16	18,82	Patella	0,74	0,53	0,34
Calcaneus	59	15	25,42	25	7	28	89	21	23,59	Calcaneus	0,29	0,14	0,45
										Ensemble sites anatomiques	0,59	0,34	0,32

Tableau 56 - Fréquence des enthésopathies par site anatomique : il n'existe aucune différence significative ni entre sites anatomiques ni entre monuments.



Photo 64 - Enthèses sur clavicule.

et la suture le partage certainement en deux moitiés : il est elliptique à grand axe antéro-postérieur. Ses berges sont évasées. Le diamètre antéro-postérieur est d'environ 37 mm. Si le bord périphérique du biseau est arrondi, le bord inscrit est net et mince. Le raccord entre les deux tables est continu et régulier ; la surface du biseau est faite d'une mince lamelle osseuse qui masque les orifices du diploé. L'aspect de cet orifice est celui d'une trépanation dont la berge parfaitement cicatrisée témoigne de la survie de l'opéré.

- Traces de découpe

Sur un fragment de frontal de la sépulture des Varennes (1646) représenté par la zone glabellaire jusqu'au nasion et la bosse frontale gauche ainsi qu'une partie de la suture coronale, on observe des stries de découpe situées obliquement formant une bande de 20 mm de large sur une distance d'environ 6 cm. J. Dastugue qui en a fait la description détaillée (1995, fig. 9, p. 188) a émis deux hypothèses : celle d'un découpage *post mortem* et celle d'une véritable trépanation réalisée par "un indigne imitateur des remarquables praticiens du voisinage, par exemple ceux de Mauny". En tout état de cause, il s'agit d'un geste atypique par rapport aux pratiques habituellement observées dans ce contexte géographique et culturel : forme rectangulaire de la trépanation, jeune âge du sujet alors que d'une manière générale ce geste se retrouve chez l'adulte.

Conclusion

L'analyse de la pathologie osseuse et dentaire des vestiges osseux de Val-de-Reuil et de Porte-Joie a permis d'étudier les facultés adaptatives des inhumés à leur environnement et de participer à évaluer les relations biologiques entre les sujets des quatre caveaux. La nature des échantillons, spécifiques aux sépultures collectives, reste l'obstacle majeur à l'interprétation des résultats. Pour parvenir à nos fins, nous avons choisi les méthodes de diagnostic qui nous ont semblé les plus adaptées en raison des difficultés qu'offre ce matériel d'étude. L'absence des connexions anatomiques ne nous a pas permis d'organiser l'étude en allant de l'individuel au général. Chaque pièce osseuse et dentaire a été étudiée à titre individuel et rapportée ensuite à l'échelle de



Photo 65 - Enthèses sur humérus.



Photo 66 - Porte-Joie "Sépulture 1" (842-843) : trépanation.

groupe. L'interprétation globale des monuments a précédé l'interprétation de chaque chambre funéraire afin d'apporter des éléments pour en comprendre le fonctionnement.

Parmi les possibilités offertes par les pathologies, ce sont les atteintes du parodonte et les lésions dentaires qui apportent, dans le cas présent, les plus nombreuses informations sur le mode de vie de ces populations.

Ainsi, les atteintes du parodonte se retrouvent avec des fréquences similaires dans les quatre chambres. Le rôle prépondérant qui est actuellement accordé aux facteurs intrinsèques (immunitaires, génétiques et systémiques) dans sa manifestation permet de supposer que les sujets affectés avaient le même mode réactionnel face aux agressions bactériennes.

Pour les quatre groupes de Val-de-Reuil et de Porte-Joie, l'incidence de la maladie carieuse montre des différences significatives entre tous les monuments sauf entre les Varennes et la Fosse XIV dont les inhumés sont les moins susceptibles à cette maladie. Les groupes avec une fréquence élevée, comparée aux taux attendus pour l'époque, avaient certainement un environnement buccal plus sensible qu'ailleurs aux agressions bactériennes. Cette sensibilité, mise en évidence par un nombre et une sévérité des lésions carieuses bien plus importants que ceux des Varennes et de la Fosse XIV tend à montrer que la

Sépulture 1 et la Butte Saint-Cyr ont probablement accueilli des défunts plus âgés que les autres.

Les anomalies dentaires traduisant des troubles nutritionnels, des anémies ou des stress sont à interpréter comme les conséquences d'événements à répercussion générale survenus pendant la période de croissance des individus (infections, carences alimentaires...). Les faibles fréquences de ces altérations au sein des quatre groupes évoquent des conditions de vie plutôt favorables.

En ce qui concerne la paléopathologie osseuse, aucune trace d'activité privilégiée n'a pu être constatée sur les pièces étudiées. Aucun groupe de muscles synergiques n'a été sollicité de façon répandue dans les groupes. Cette absence de localisation évocatrice associée à la relative rareté de fractures, lé-

sions tendineuses, luxations... suggère des activités de la vie quotidienne.

Le degré de gravité de certains traumatismes ne revêt aucun caractère exceptionnel. Les tentatives thérapeutiques de réduction de luxations ou de fractures n'ont pas abouti au rétablissement de l'intégrité anatomique et pratiquement tous les cals osseux sont fixés en attitude vicieuse. Les capacités de récupération sont partout authentifiées par la présence d'arthrose secondaire.

Les lésions produites par des anomalies osseuses congénitales traduisent la présence d'un relatif degré de parenté entre les inhumés et vraisemblablement d'une certaine consanguinité ; ce qui est confirmé par la susceptibilité aux maladies carieuses et plus encore parodontale.