



**HAL**  
open science

**Évolution diachronique (anthropologique et paléopathologique) du squelette post-crânien des adultes d'une population historique du Sud-Est de la France (nécropole Notre-Dame-du-Bourg, Digne, 4e-17e siècle après J.-C.)**

ludovic debono

► **To cite this version:**

ludovic debono. Évolution diachronique (anthropologique et paléopathologique) du squelette post-crânien des adultes d'une population historique du Sud-Est de la France (nécropole Notre-Dame-du-Bourg, Digne, 4e-17e siècle après J.-C.). Anthropologie biologique. Université Claude Bernard Lyon 1, 2006. Français. NNT : 2006LYO10044 . tel-04010218

**HAL Id: tel-04010218**

**<https://theses.hal.science/tel-04010218>**

Submitted on 1 Mar 2023

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

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

N° d'ordre : 44-2006

Année 2006

THESE

présentée

devant l'UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON 1

pour l'obtention

du DIPLOME DE DOCTORAT

(arrêté du 25 avril 2002)

présentée et soutenue publiquement le 13 avril 2006

par

Mr Ludovic DEBONO

ÉVOLUTION DIACHRONIQUE (ANTHROPOLOGIQUE ET  
PALÉOPATHOLOGIQUE) DU SQUELETTE POST-CRÂNIEN DES ADULTES  
D'UNE POPULATION HISTORIQUE DU SUD-EST DE LA FRANCE  
(NÉCROPOLE NOTRE-DAME-DU-BOURG, DIGNE, 4<sup>e</sup>-17<sup>e</sup> SIÈCLE APRÈS  
J.-C.)

Directeurs de thèse :

Mr Bertrand MAFART  
Mr Raoul PERROT

JURY : Mr Jean-Pierre NEIDHARDT, Président  
Mr Giacomo GIACOBINI  
Mr Jean-Louis HEIM  
Mr Raoul PERROT  
Mr Bertrand MAFART





**ÉVOLUTION DIACHRONIQUE (ANTHROPOLOGIQUE ET  
PALÉOPATHOLOGIQUE) DU SQUELETTE POST-  
CRÂNIEN DES ADULTES D'UNE POPULATION  
HISTORIQUE DU SUD-EST DE LA FRANCE  
(NÉCROPOLE NOTRE-DAME-DU-BOURG, DIGNE, 4<sup>e</sup>-17<sup>e</sup>  
SIÈCLE APRÈS J.-C.)**

Ludovic Debono



## REMERCIEMENTS

Ce travail de longue haleine n'aurait bien évidemment jamais vu le jour sans l'aide et le soutien de nombreuses personnes.

Sans Gisèle, ce travail n'aurait jamais pu être achevé ni même commencé. Son aide tant logistique que psychologique, son affection, sa patience, sa générosité, sa bonne humeur ont été des alliés de tous les instants.

C'est avec un plaisir sincère que je rends hommage aux personnalités qui nous ont fait l'honneur de juger ce travail :

Mr Jean-Pierre Neidhardt,

Vous nous avez fait l'honneur de bien vouloir présider notre jury. Votre réputation d'anatomiste et de spécialiste de l'histoire de la médecine vous désignait tout naturellement à ce poste. Nous sommes heureux de partager avec vous le même intérêt pour l'histoire en général, la généalogie et les îles méditerranéennes.

Mr Giacomo Giacobini,

Nous sommes très flatté que vous ayez accepté de participer à notre jury. Nous sommes heureux que vous représentiez ici la dynamique école transalpine de paléopathologie et d'anthropologie physique.

Mr Jean-Louis Heim,

C'est avec plaisir et fierté que nous avons reçu votre accord pour juger ce travail car nous admirons beaucoup votre travail sur les populations du passé. Nous sommes heureux également que vous représentiez à ce jury le Muséum d'Histoire Naturelle de Paris avec lequel nous avons suivi un DEA aussi riche qu'agréable.

Mr Raoul Perrot,

Nous sommes très heureux d'avoir pu réaliser cette thèse dans votre laboratoire. Nous vous sommes particulièrement reconnaissant de la générosité de votre accueil et de vos judicieux conseils. La valeur de vos travaux ainsi que vos qualités humaines nous ont beaucoup touchées. Nous espérons pouvoir continuer une fructueuse collaboration au sein de votre laboratoire.

Mr Bertrand Mafart,

Voilà cinq ans maintenant que vous nous avez accueilli dans ce monde nouveau pour nous qu'était la paléopathologie et l'anthropologie physique. Cinq ans que nous vous apprécions comme un scientifique rigoureux et inventif, un enseignant complet et un directeur de recherche exigeant, précis et diligent. Mais ne citer que la valeur de vos travaux, votre vaste culture et vos talents d'organisateur ne serait qu'incomplet sans insister sur vos qualités humaines. Votre égale bonne humeur, votre loyauté, votre patience, votre bienveillance et votre générosité font de vous bien plus qu'un directeur de thèse. Nous espérons pouvoir encore longtemps travailler à vos côtés.

Chaleureux remerciements également à :

Mes parents, Michèle et Jean-Marie, pour leur soutien bienveillant et leur hospitalité.

Henri et Marie-Antoinette de Lumley pour m'avoir accueilli et encadré au sein de leur laboratoire et de leur équipe.

Tous les membres du laboratoire d'anthropologie de Marseille, non seulement pour l'assistance et l'émulation scientifique mais aussi et surtout pour les relations de sincère amitié qui en ont découlé. Parmi eux, mes camarades du DEA puis de la thèse, en particulier France Rousselières, Élise Jeusel et Gaspard Guipert. Et aussi les chercheurs du laboratoire, en particulier Lucien Jourdan et Gérard Onoratini.

Tous les fervents chercheurs, étudiants, amateurs et professionnels, qui ont croisés ma route et dont les conversations passionnantes et enthousiastes ont été le sel et le miel de ces années de recherches. C'est un vrai plaisir de citer ici les noms de Frank Baron, Maïa Bukhsianidze, Olivier Coulet, Alain Czorny, Anne Dambricourt-Malassé, Danièle Darmedru, Gabrielle Démians d'Archimbaud, Cécil Giraud, Téa Jashashvili, Alex Lee, Emiliano Leoz, Erwan Messenger, Roland Nespoulet, Michel Sempé, Christian Tropel, Astrid Vannoorenberghe, Amélie Vialet, Jean Zammit. Un sincère pardon à ceux que j'aurais oublié.

Hélène et Jean-Marie Arzailler pour leur aide mathématique et linguistique.

Cette thèse est dédiée à mes filles, Adèle et Juliette,



# SOMMAIRE

	page
SOMMAIRE	7
INTRODUCTION	11
DONNÉES HISTORIQUES ET ARCHÉOLOGIQUES	13
1. Chronologie historique en Europe du 4 <sup>e</sup> au 17 <sup>e</sup> siècle	13
2. Évolution du mode de vie des populations	17
3. Évolution du site Notre-Dame-du-Bourg	18
MÉTHODES	23
1. Méthodes statistiques	23
2. Lecture des tableaux	24
3. Comparaisons avec d'autres populations	24
MATÉRIEL D'ÉTUDE ET ÉLÉMENTS DE DÉMOGRAPHIE	27
1. Le matériel d'étude	27
2. Datation des individus	28
3. Représentativité de l'échantillon	28
4. Détermination du sexe des individus	30
5. Détermination de l'âge au décès des individus	30
6. Démographie des adultes par périodes	31
7. Causes des décès	35
TAILLE DES OS LONGS ET STATURE DES INDIVIDUS	37
1. Matériel et méthode	37
2. Évaluation de la stature des individus	38
3. Résultats	40
4. Discussion	46
ATTEINTES DÉGÉNÉRATIVES	51
ARTHROSE	51
1. Introduction	51
2. Brefs rappels sur l'arthrose	51
3. Méthodologie du diagnostic d'arthrose	53
4. L'arthrose du coude	59
5. L'arthrose du genou (gonarthrose)	70
6. L'arthrose des membres	84
7. L'arthrose de l'épaule	86
8. L'arthrose du poignet	88
9. L'arthrose de la hanche (coxarthrose)	90
10. L'arthrose de la cheville	95
11. Synthèse sur l'arthrose	97
MALADIE HYPEROSTOSANTE	105



LES ENTHÉSOPATHIES	109
1. Introduction	109
2. Méthode	112
3. Matériel	114
4. Résultats et discussions pour chaque enthésopathie	115
1) Insertions du grand pectoral et du grand rond sur l'humérus	116
2) Tubérosité bicipitale	123
3) Insertion du rond pronateur	125
4) Crête tricipitale	123
5) Crête supinatrice	126
6) Insertion du muscle brachial	130
7) Fosse trochantérique ( <i>Fossa trochanterica</i> )	132
8) Exostose du moyen glutéal	134
9) Ligne soléaire	135
10) Insertion du quadriceps fémoral sur la <i>patella</i>	138
11) Enthèse de la tubérosité postérieure du calcaneum (épine sous-calcaneenne)	140
12) Enthèse du tendon calcanéen (épine achilléenne)	141
5. Discussion générale sur les enthésopathies	145
CARACTÈRES DISCRETS	154
1. Perforation de la clavicule	156
2. Os acromial	158
3. Ptère de l'humérus	162
4. Apophyse supra-épitrochléenne	163
5. Perforation humérale et translucidité du septum huméral	169
6. Tunnel osseux supra-épitrochléen	182
7. Position tubérositaire	183
8. Division de la surface articulaire olécranienne	186
9. Fosse d'Allen	190
10. Extension de la surface articulaire	193
11. Empreinte iliaque	196
12. Troisième trochanter	199
13. Fosse hypotrochantérique	205
14. Crête glutéale	209
15. <i>Patella</i> ( <i>Patella partita</i> et Encoche du vaste latéral)	211
16. Tubercule de Gerdy	216
17. Os trigone du talus	217
18. <i>Calcaneus secundarius</i>	222
19. Foramen sternal	226
20. <i>Spina bifida</i> de l'atlas	228
21. Spondylolyse lombaire	229
22. <i>Spina bifida occulta</i> du sacrum	235

ÉTUDES TRANSVERSALES	244
1. Les formes en dépressions (fosses)	244
2. Les ossicules accessoires et les absences de fusion	248
SYNTHÈSE	250
1. Épidémiologie des signes	250
2. Étiologies et significations des signes	255
3. Les « marqueurs osseux d'activité »	262
4. Étude diachronique	264
5. Limites de l'étude	272
CONCLUSION	274
INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES	276
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	284
ANNEXES	
1- Planches photographiques	309
2- Articles publiés sur le sujet	345
3- Correspondance des nomenclatures anatomiques	380



## INTRODUCTION

Les fouilles de la cathédrale Notre-Dame-du-Bourg de Digne réalisées sous la direction de Gabrielle Démians d'Archimbaud depuis 1983 ont permis d'exhumer un vaste ensemble de squelettes de personnes ayant vécu entre le 4<sup>e</sup> et le 17<sup>e</sup> siècle de notre ère dans une ville de Haute-Provence. Depuis plusieurs années, ce matériel anthropologique est étudié sous la direction de Bertrand Mafart qui dirige ce travail. Plusieurs travaux de DEA, thèses d'université et publications ont été basés sur ce matériel. Ces travaux ont porté jusqu'à présent surtout sur des études dentaires, du crâne et du bassin. Les ossements du post-crâne (sauf le bassin) n'avaient pas encore fait l'objet d'études spécifiques.

L'abondance du matériel, la qualité de sa datation et la stabilité potentielle de sa population caractérisent le matériel osseux issu de ces fouilles. La majeure partie des ossements est datée de deux périodes peu éloignées dans le temps (11<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> siècles et 16<sup>e</sup>-17<sup>e</sup> siècles) mais entre lesquelles la société a profondément évolué. Il nous a semblé possible dans ces conditions de réaliser une analyse diachronique crédible, y compris en prenant en compte les caractéristiques de sexe et d'âge. Le grand nombre d'ossements permettant en particulier des calculs statistiques significatifs.

Ce travail s'est cantonné à l'étude du post-crâne chez les adultes du site. L'étude du squelette post-crânien fut longtemps le parent pauvre de l'anthropologie. Des anciens grecs exhumés à Troie, Schliemann et Virchow ne gardèrent que quelques crânes (Grmek 1983). Plus tard, son étude fut limitée à quelques traits spectaculaires (taille, fractures, malformations, atavismes supposés, etc.) Depuis quelques temps, le squelette post-crânien suscite plus d'intérêt, surtout grâce au concept nouveau de « marqueur osseux d'activité ». Il est apparu aux chercheurs que le remodelage osseux continu au cours de la vie pouvait « enregistrer » des stigmates des activités les plus répétitives et donc permettre une meilleure connaissance des activités de ces populations disparues. Globalement, les caractères relevés sur le squelette post-crânien souffrent d'une connaissance encore incomplète ce qui provoque des interprétations étiologiques parfois mal établies.

Nous avons souhaité dépasser le clivage traditionnel entre l'anthropologie et la paléopathologie. Notre démarche ne fut pas de réaliser une étude exhaustive, soit des problèmes de santé, soit des caractéristiques physiques de l'échantillon. Nous avons plutôt choisi les caractères du post-crâne appartenant aux deux disciplines pour leur efficacité supposée à donner des informations sur le mode de vie de ces populations et leur évolution diachronique.

Par cette étude, nous avons donc poursuivi deux objectifs :

- 1- Faire le point des connaissances sur ces caractères post-crâniens encore imparfaitement connus et participer à la discussion épidémiologique et étiologique, grâce notamment à l'étude des ossements issus de Notre-Dame-du-Bourg.
- 2- À l'aide des conclusions précédentes, étudier les différences diachroniques de ces caractères à Notre-Dame-du-Bourg. Le but étant de participer à la connaissance de la population et de son mode de vie dans ce site provençal.

## DONNÉES HISTORIQUES ET ARCHÉOLOGIQUES

Les ossements étudiés proviennent d'une vaste période s'étendant du 4<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> siècle après J.-C., soit 14 siècles. Nous présenterons très brièvement une chronologie simplifiée de la période ainsi qu'une présentation archéologique rapide du site.

### 1- Chronologie historique en Europe du 4<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> siècle

Politique Europe et France		Provence et Digne		Faits économiques et sociaux		Techniques	
Date		Date		Date		Date	
313	Édit de Milan, liberté du culte chrétien						
406	Le Rhin est franchi par les Germains						
410	Sac de Rome par Alaric	Vers 410	Fondation de l'abbaye de Lérins				
412	Wisigoths installés en Gaule	412	Apogée d'Arles romaine				
		Vers 415	Fondation de St-Victor à Marseille				
419	Wisigoths installés en Espagne	419 à 478	Les Wisigoths envahissent la Provence				
451	Raid d'Attila en GAule						
476	Fin de l'empire d'Occident						
498	Baptême de Clovis						
511	Mort de Clovis	503-542	Saint-Césaire, évêque d'Arles				
530-536	Conquête du royaume burgonde, de la Provence et de la Thuringe par les Francs	536	Conquête de la Provence par les Francs				
				542	Grande peste justinienne		
				559	Peste en Occident	552	Introduction du ver à soie en Grèce
568	Guerres civiles mérovingiennes						
				570-591	Récurrence de la peste (dont Marseille)		
				599-605	Peste		
629-639	Dagobert roi des Francs						

tableau 1 : chronologie historique simplifiée de l'Europe et la Provence du 4<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> siècle

Politique Europe et France		Provence et Digne		Faits économiques et sociaux		Techniques	
				664	Peste		
				670	Dernière importation de papyrus en Gaule		
714	Charles Martel, maire du palais			711	Fin de la frappe d'or en Occident		
732	Victoire de Charles Martel sur les Arabes à Poitiers	736-739	Charles Martel saccage la Provence qui avait pris le parti des Sarrasins	743	Dernière peste avant le 14e siècle		
800	Couronnement impérial de Charlemagne						
845	Sac de Rome par les Arabes	843	Traité de Verdun attribuant la Provence à l'empereur Lothaire				
856	Aggravation des invasions normandes	855	Provence érigé en royaume				
		Vers 875	Installation des Sarrasins au Freinet				
910	Fondation de Cluny					923	Charrue au Nord de la Loire
		947	Royaume de Bourgogne-Provence				
962	Couronnement d'Otton empereur	972	Destruction des Sarrasins de Provence			Vers 960	Premier essor des moulins à eau
987	Avènement d'Hugues Capet						
				1005-1017	Famines	Vers 1000	Progrès des techniques agricoles, vulgarisation de la selle et des étriers
		1032	Legs de la Provence à l'empereur germanique. Instauration des Comtes-Marquis de Provence	1033-1035 et 1043-1045	Famines		
1052	Les Normands attaquent la Sicile						
1054	Schisme entre l'église romaine d'Occident et l'église byzantine d'Orient						
1066	Conquête de l'Angleterre par les Normands						
1096-1099	Première croisade			1090-1095	Famines	1088	Moulins à guèdes, moulins à fer, moulins à foulons

tableau 1 : chronologie historique simplifiée de l'Europe et la Provence du 4<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> siècle

Politique Europe et France		Provence et Digne		Faits économiques et sociaux		Techniques	
		<b>Vers 1100</b>	Construction d'un château fort à Digne				
<b>1115-1153</b>	Saint Bernard, abbé de Clairvaux	<b>1125</b>	Partage de la Provence entre les comtes de Toulouse et de Catalogne	<b>1124-1126</b>	Famines		
		<b>1130-1178</b>	Villes de consulat en Provence				
<b>1147-1148</b>	Deuxième croisade	<b>1142-1162</b>	Guerres baussenques	<b>1144-1146</b>	Famines		
<b>1189-1192</b>	Troisième croisade	<b>1178</b>	Saccage de Toulon par les Sarrasins			<b>Vers 1180</b>	Apparition du moulin à vent
<b>1202-1204</b>	Quatrième croisade					<b>1190</b>	Boussole en Méditerranée
<b>1204</b>	Conquête de la Normandie par Philippe Auguste			<b>Vers 1200</b>	Fondation de villes neuves		
<b>1217-1221</b>	Cinquième croisade			<b>1217-1218</b>	Famines		
<b>1228-1229</b>	Sixième croisade	<b>1237</b>	Digne devient chef-lieu de baillage				
<b>1248-1254</b>	Septième croisade	<b>1246</b>	La Provence passe à la maison d'Anjou	<b>1245</b>	Grèves à Douai	<b>1242</b>	Gouvernail d'étambot en Méditerranée
				<b>Vers 1250</b>	Émission de pièces d'or. Réglementation des corporations	<b>Vers 1250</b>	Arrêt des grands défrichements
<b>1270</b>	Dernière croisade, mort de Saint Louis					<b>Vers 1275</b>	Moulins à papier, métiers à tisser
<b>1285-1314</b>	Philippe le Bel			<b>1280-1282</b>	Famines	<b>Vers 1280</b>	Généralisation du rouet
<b>1291</b>	Prise de Saint-Jean d'Acre par les musulmans			<b>1295</b>	Première grave crise monétaire		
<b>1307</b>	Arrestation des Templiers	<b>1309</b>	Installation de Clément V en Avignon	<b>Vers 1308</b>	Développement de la lettre de change		
				<b>1315-1317</b>	Crise économique, disette générale		
<b>1337</b>	Début de la guerre de cent ans	<b>1334-1342</b>	Construction du premier palais des papes en Avignon				
				<b>1340-1346</b>	Grave crise monétaire		
		<b>1343-1382</b>	La reine Jeanne	<b>1347-1351</b>	Peste noire		
				<b>1358</b>	Les Jacques		
<b>1378</b>	Début du grand Schisme d'Occident			<b>1360-1390</b>	Peste et pogroms	<b>Vers 1390</b>	Introduction du mouton mérinos
<b>1415</b>	Azincourt			<b>1418-1423</b>	Peste		

tableau 1 : chronologie historique simplifiée de l'Europe et la Provence du 4<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> siècle



Politique Europe et France		Provence et Digne		Faits économiques et sociaux		Techniques	
1418	Fin du Schisme d'Occident						
1431	Mort de Jeanne d'Arc	1431	René, roi de Provence	1438-1440	Peste, pillards	Vers 1440	Caravelle
1453	Fin de la guerre de cent ans						
1453	Prise de Constantinople par les Turcs			1453	Chute de Jacques Cœur		
				1455	Bible de Gutenberg		
1477	Chute de Charles le Téméraire			1470	Établissement d'une imprimerie à la Sorbonne		
1481	Inquisition en Espagne	1480	Mort du roi René				
1492	Christophe Colomb découvre l'Amérique	1481	Charles III lègue la Provence au roi de France				
1492	Prise de Grenade par les Espagnols	1490-1500	Construction de l'église Saint-Jérôme à Digne				
		1500	Expulsion des juifs de Provence				
1515	François 1er						
1519	Élection de Charles Quint	1536	Charles Quint envahit la Provence				
		1535	Digne devient une "sénéchaussée"				
		1561	Premières flambées des guerres de religion				
1572	Massacre de la Saint-Barthélemy	1572-1580	Les guerres de religion dévastent la Provence				
1589	Assassinat d'Henri III et avènement d'Henri IV	1591	Dernier siège de la ville durant les guerres de religion				
		1594	Le parlement d'Aix reconnaît Henri IV				
1610	Assassinat d'Henri IV						
1622	Fin de la guerre civile	1629	La peste décime la ville				
1643	Couronnement de Louis XIV						

tableau 1 (fin) : chronologie historique simplifiée de l'Europe et la Provence du 4<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> siècle (Busquet, Bourrilly *et al.* 1972 ; Delort 1982 ; Fossier 1982)

## 2- Évolution du mode de vie des populations

Le site de Notre-Dame-du-Bourg a été divisé par les archéologues en 5 périodes, nous garderons cette nomenclature dans cette étude :

- période « 1 » : du 4<sup>e</sup> au 7<sup>e</sup> siècle après J.-C. (antiquité tardive)
- période « 2 » : du 8<sup>e</sup> au 11<sup>e</sup> siècle (période carolingienne)
- période « 3A » : du 11<sup>e</sup> siècle au début du 13<sup>e</sup> siècle (Moyen Âge )
- période « 3B » : de la fin du 13<sup>e</sup> au 15<sup>e</sup> siècle (fin du Moyen Âge )
- période « 4 » : 16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles (début de l'ère moderne)

Le mode de vie des populations a considérablement évolué au cours de ces 14 siècles. Nous présentons dans le tableau 2 les principales évolutions qui seront citées dans l'étude concernant les deux périodes principales présentes à Notre-Dame-du-Bourg (« 3A » et « 4 ») :

	<b>Période « 3A » 11<sup>e</sup>- début 13<sup>e</sup> siècle</b>	<b>Période « 3B » Fin 13<sup>e</sup>-15<sup>e</sup> siècle</b>	<b>Période « 4 » 16<sup>e</sup>-17<sup>e</sup> siècle</b>
<b>Climat</b>	Optimum climatique	Période intermédiaire	« petit âge glaciaire »
<b>Matériaux des outils</b>	La plupart des outils sont en bois Débuts de l'utilisation du fer	Au 14 <sup>e</sup> une faux en fer coûte une fortune dans un village de Haute-Provence	Généralisation du fer dans les outils
<b>Forêts</b>	Grande période du défrichage du 11 <sup>e</sup> au 13 <sup>e</sup>		
<b>Régimes alimentaires</b>	Frugal et surtout végétarien	Accroissement de l'apport protéinique à partir du 13 <sup>e</sup>	
<b>Rendement du blé</b>	Faible, 2 ou 3 grains pour 1 à l'époque franque	Amélioration vers la fin du 13 <sup>e</sup> : vers 5 à 6 grains pour 1 (idem jusqu'à la fin du 18 <sup>e</sup> )	
<b>Démographie</b>	Essor démographique	Crise démographique et peste noire	Nouvel essor démographique
<b>Équitation</b>	Réservé à une élite		Généralisation de l'équitation

tableau 2 : grandes évolutions en France entre le 11<sup>e</sup> et le 17<sup>e</sup> siècle (Duby 1977 ; Delort 1982 ; Fossier 1982 ; Le Roy Ladurie 1983)

### 3- Évolution du site de Notre-Dame-du-Bourg

La cathédrale Notre-Dame-du-Bourg est située dans le quartier dit « du Bourg », excentré par rapport au reste de la ville actuelle. Les fouilles archéologiques réalisées à partir de 1983 ont permis de mieux comprendre les phases successives de construction (Démians d'Archimbaud, *Guild et al.* 1988 ; Démians d'Archimbaud 1989b ; Démians d'Archimbaud 1989a ; 1992 ; 1997 ; Démians d'Archimbaud, *Evin et al.* 1998 ; Démians d'Archimbaud 2001)

- Dans l'antiquité tardive, des bâtiments modestes et un mausolée occupent le site. Quelques rares tombes datent de la première époque de l'édifice chrétien. Les plus anciennes sont certainement encore païennes (seconde moitié du 4<sup>e</sup> siècle).
- Vers le 5<sup>e</sup> siècle une basilique de grande taille (26m sur 12m) est bâtie sur le site. Au Nord de l'église, les anciens bâtiments funéraires sont unifiés et transformés en un petit lieu de culte (16m sur 4,5m). Ce petit édifice, peut-être bâti sur le site d'un lieu de culte primitif, fut rapidement occupé par de nombreuses sépultures : « les tombes les plus anciennes semblent avoir été mises en place très tôt, peut-être dès l'achèvement de l'édifice qui prit ainsi une fonction funéraire bien marquée, en contraste absolu avec la grande église voisine. » (Démians d'Archimbaud 1992). Un grand sarcophage a été découvert en place, accompagné de nombreuses tombes sous tuiles. Puis d'autres « sépultures furent mises en place dans les endroits disponibles » (Démians d'Archimbaud 1992). Ces tombes sont datées entre le 6<sup>e</sup> siècle et l'époque carolingienne.
- Des aménagements et extensions sont réalisés entre la fin du 5<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> siècle, donnant à l'édifice principal une dimension considérable pour l'époque (35m de longueur). Quelques inhumations ont lieu dans la petite église et à l'extérieur de la grande. Aucune sépulture ne fut admise à cette époque à l'intérieur de la basilique. La grande basilique est modifiée intérieurement à l'époque carolingienne.

- Des grands chantiers s'ouvrent à Digne au 11<sup>e</sup> siècle. L'église est agrandie et exhaussée, sa longueur est portée à 40m. C'est le début d'une multitude d'ensevelissements qui envahissent certaines parties de l'édifice (mais non l'église proprement dite) dans un « développement quasi-anarchique » (Démians d'Archimbaud 1992). Les défunts sont accompagnés d'un grand nombre de dépôts funéraires en céramique. L'attraction exceptionnelle de tant de sépultures dans ce lieu pourrait évoquer la vénération d'un lieu de sépultures d'anciens martyrs chrétiens.
- Un incendie vers le milieu du 12<sup>e</sup> siècle imposa la reconstruction de la cathédrale. L'édifice actuel date du 13<sup>e</sup> siècle. Des caveaux de pierre apparaissent dès la seconde moitié du 13<sup>e</sup> et surtout au 14<sup>e</sup> siècle. Ils sont destinés à des sépultures peut-être familiales ou, en certains cas au moins, issues de groupes sociaux.
- Aux 14<sup>e</sup> et 15<sup>e</sup> siècles apparaissent des tombes en cercueil insérées dans des fosses profondes à l'intérieur même de la cathédrale, suivant une pratique refusée jusqu'alors.
- Notre-Dame-du-Bourg perd ensuite sa vocation d'église active au profit de l'église de la ville de Digne proprement dite. L'édifice devient « l'église des morts » (Démians d'Archimbaud, *Guild et al.* 1988) au cours du 16<sup>e</sup> siècle. La plupart des tombes de cette époque datent de la fin du 16<sup>e</sup> et surtout de la première moitié du 17<sup>e</sup>. Devant l'envahissement et l'encombrement de la surface de l'église (plus de 600 inhumations), un exhaussement du sol est réalisé.

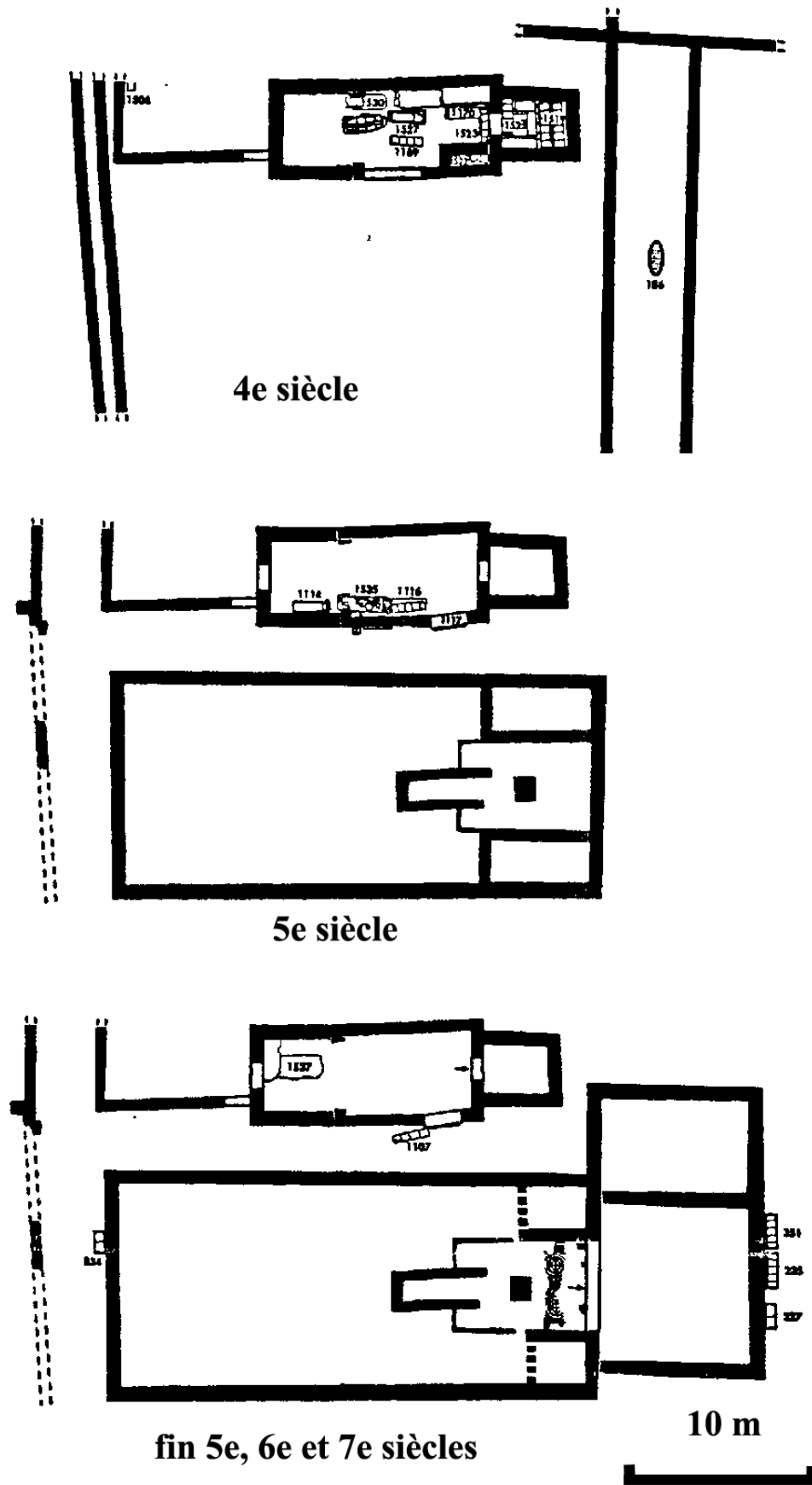


Figure 1 : Notre-Dame-du-Bourg du 4<sup>e</sup> au 7<sup>e</sup> siècle  
(d'après Démians d'Archimbaud, Evin *et al.* 1998)

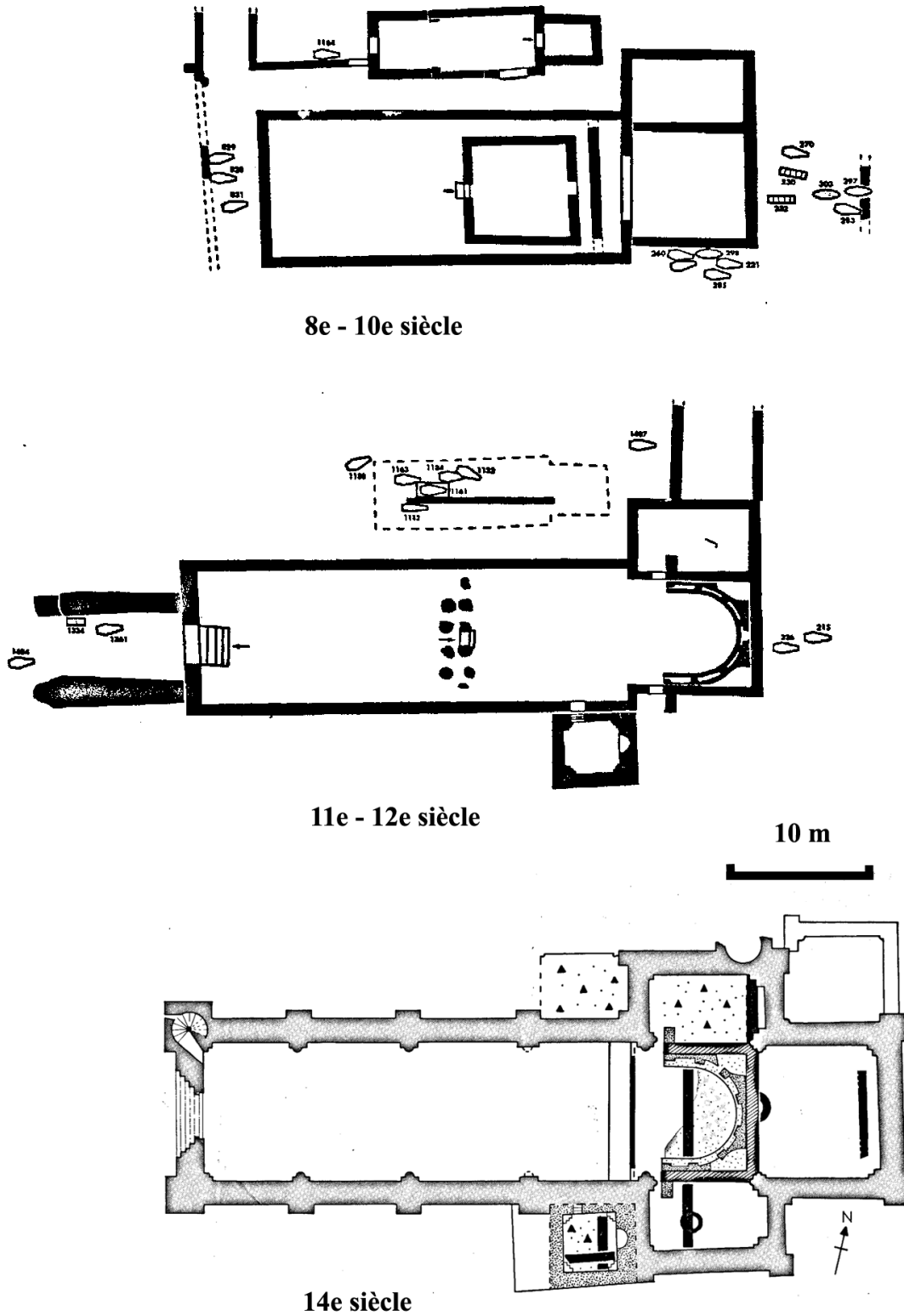


Figure 2 : Notre-Dame-du-Bourg du 8<sup>e</sup> au 14<sup>e</sup> siècle

(d'après Démians d'Archimbaud, *Guil et al.* 1988 ; Démians d'Archimbaud, *Evin et al.* 1998)



# MÉTHODES

## 1- Méthodes statistiques

Il sera fait une large utilisation du pourcentage pour exprimer les fréquences et prévalences. C'est une convention largement répandue qui ne permet cependant pas une comparaison statistiquement valable de deux valeurs de prévalence. Seules les comparaisons utilisant un test statistique ont une valeur scientifique (voir ci-dessous), il faudra toujours s'y référer pour comparer deux prévalences. Le pourcentage perd en particulier tout son sens quand il s'agit de valeurs très faibles. Nous avons choisi la valeur de 30 comme limite inférieure (correspondant à la valeur limite de l'effectif pour un test au  $\chi^2$ ). En deçà de cette valeur, le pourcentage ne sera indiqué (en italique) que s'il est nécessaire pour comparer les valeurs d'un test statistique significatif. Dans le cas contraire, le pourcentage ne sera pas indiqué.

Les différents tests statistiques ont été choisis selon les recommandations des statisticiens pour les travaux médicaux et biologiques (Legras 1998).

Pour les variables discontinues, le test statistique du  $\chi^2$  a été largement utilisé. Le seuil de significativité a été posé à  $p=0,05$ . Les très fortes significativités ( $p<0,001$ ) ont été signalées. Rappelons brièvement que ce test permet de comparer deux distributions dans deux échantillons différents, et donc de tester l'indépendance de deux variables. Le résultat ( $p$ ) évalue la probabilité que les deux distributions soient ou non différentes. Remarquons qu'au seuil choisi ( $p=0,05$ ) la probabilité d'erreur consentie par le test est de 5%, soit un test sur 20. Plus la valeur de  $p$  diminue, et plus la chance que les distributions soient différentes augmente (différence significative). Pour que le test du  $\chi^2$  puisse être utilisé, il faut que ses conditions de validité soient remplies : effectif total supérieur ou égal à 30, tous les effectifs théoriques supérieurs ou égaux à 5.

En cas d'effectif total inférieur à 100, le test exact de Fisher a été préféré en raison de sa meilleure fiabilité sur des échantillons réduits. Le résultat du calcul ( $p$  bilatéral) est utilisé avec un seuil de significativité identique à celui du  $\chi^2$  ( $p=0,05$ ).

Dans certains cas, les calculs statistiques n'ont pu être réalisés. Il s'agit d'échantillons pour lesquels ne peuvent être calculés ni le test exact de Fisher (quand  $N>100$ ), ni le  $\chi^2$



(quand un des effectifs théoriques est inférieur à 5). C'est souvent le cas d'un signe rare dans un échantillon vaste.

Dans le cas de variables continues (mesures ou indices), Le test t de Student-Fisher a été utilisé. Le seuil de significativité est là aussi défini à  $p=0,05$ . Dans le cas de test sur des échantillons réduits ( $N < 60$ ), l'égalité des variances a été calculée par le test F. En cas d'échantillon de taille importante ( $N \geq 60$ ) le test de Student peut s'appliquer sans qu'il soit nécessaire de tester l'égalité des variances.

Dans quelques cas, pour comparer deux séries de données parallèles, le coefficient de corrélation linéaire a été utilisé.

Le taux de variabilité intra-observateur a été calculé à partir d'une série d'ossements cotés à plusieurs mois d'intervalle. Le taux utilise la formule simple, largement utilisé dans les études anthropologiques (Saunders 1978 ; Molto 1979) :

$$\frac{\text{nombre}_d \text{'erreurs}}{\text{nombre}_d \text{'observations}}$$

Tous les calculs et valeurs des tests statistiques ont été calculés sous tableur informatique (OpenOffice®), à partir de feuilles de calculs programmées par nous-même.

## 2- Lecture des tableaux

Quelques légendes seront communes tout au long du mémoire :

N : effectif de l'échantillon pris en compte

+ : présence du signe recherché

NS : différences statistiquement non significatives ( $p \geq 0,05$ )

S : différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ )

TS : différence hautement significative ( $p < 0,001$ )

\* : calculs non effectués (variables de calculs hors du champ d'application des tests de Fisher et  $\chi^2$ )

## 3- Comparaisons avec d'autres études

Nous avons essayé de comparer les différentes valeurs retrouvées à Notre-Dame-du-Bourg avec celles d'autres échantillons publiés. Nous n'avons effectué des comparaisons qu'avec des études utilisant un protocole de recueil de données proche du nôtre. Pour certains signes, plusieurs modes de calcul de prévalences sont possibles (bilatéralité,

sélection des échantillons, définitions différentes). Dans ces cas, nous proposerons plusieurs tableaux comparatifs.

Les comparaisons les plus intéressantes seront faites avec les populations les plus proches de celles de Notre-Dame-du-Bourg. Une place particulière sera réservée aux échantillons provençaux de St-Victor de Marseille et La Gayole étudiés par Bertrand Mafart (1980 ; 1984). D'une part par leur proximité géographique et historique avec Notre-Dame-du-Bourg, d'autre part par des protocoles d'études souvent très proches (en particulier pour les caractères discrets, ces études ayant servi de base à la nôtre). Ceci devrait limiter les variabilités d'observation. Les autres échantillons seront présentés dans un ordre géographique et chronologique constant :

- Populations d'origine européenne (avec les leucodermes d'Amérique du Nord)
- Populations du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord
- Populations d'Afrique sub-Saharienne
- Populations Afro-américaines (esclaves ou leurs descendants, non confondus avec les précédents).
- Populations asiatiques
- Populations de chasseurs-cueilleurs arctiques (Sibérie, Alaska, Nord-Canada et Groenland)
- Populations amérindiennes
- Populations océaniques, australiennes et mélanésiennes
- Populations diverses



## MATÉRIEL D'ÉTUDE ET ÉLÉMENTS DE DÉMOGRAPHIE

### 1- Le matériel d'étude

Les fouilles de la cathédrale Notre-Dame-du-Bourg, effectuées sous la direction de Gabrielle Démians d'Archimbaud à partir de 1983, ont permis d'exhumer plus de 1400 tombes. Les os ont été protégés « par la nature argileuse du terrain et l'absence de lessivage par des eaux météoritiques en raison de la protection du site par les constructions postérieures» (Démians d'Archimbaud, *Evin et al.* 1998).

Pour chaque tombe, les divers os appartenant à un ou plusieurs individus avec les sédiments associés ont été rassemblés et isolés par l'équipe des fouilleurs. Le nettoyage des os et le relevé des données ont été réalisés sous la direction de Bertrand Mafart par des membres du laboratoire d'anthropologie de la faculté de Médecine – secteur nord (UMR 6569, Université de la Méditerranée, Aix – Marseille II).

L'échantillon sur lequel porte notre étude se compose de l'ensemble des restes humains provenant de la fouille de Notre-Dame-du-Bourg conservé dans le laboratoire. Les os provenaient de 1032 tombes du site. Le nombre minimal d'individus (NMI) recensé est de 1719 se répartissant en 1415 adultes et 304 individus immatures (épiphyses non soudées). 776 tombes ne contenaient qu'un seul individu, 256 en contenaient plusieurs.

Les ossements d'une même tombe étaient mélangés dans un même sac, il était donc le plus souvent impossible de trier les os de chaque individu (sauf pour l'association un adulte- un enfant). Pour cette raison, les ossements provenant d'une tombe multiple ont été le plus souvent exclus de l'étude épidémiologique.

L'échantillon de travail a donc été réalisé à partir de tous les ossements d'adultes disponibles provenant des tombes uniques, soit 776 individus (tableau 3).

Les ossements d'une même tombe étaient mélangés dans un même sac, il était donc le plus souvent impossible de trier les os de chaque individu (sauf pour l'association un adulte- un enfant). Pour cette raison, les ossements provenant d'une tombe multiple ont été le plus souvent exclus de l'étude épidémiologique.

Préalablement à notre étude, les crânes et les bassins avaient été lavés, numérotés et classés par des membres du laboratoire. Le reste du squelette était toujours dans des sacs plastiques, les os recouverts de leurs sédiments. Le lavage, numérotage et reconstitution si

nécessaire des humérus, radius, ulnas, fémurs, tibias, patellas et péronés des squelettes provenant des tombes uniques ont été réalisés par nous-même. Le reste de l'échantillon a fait l'objet d'un inventaire complet effectué par Bertrand Mafart et nous-même. Les différents recueils de données ont été effectués séparément. Nous mentionnerons le nom des différents opérateurs divers dans chaque chapitre. Divers rangements et inventaires ont été effectués par Bertrand Mafart, Gaspard Guipert, Élise Jeusel et nous-même. La saisie informatique des données et leur traitement statistique ont été réalisés par nous-même.

## 2- Datation des individus

La datation archéologique des tombes a été réalisée par l'équipe des archéologues du site (Démians d'Archimbaud, *Evin et al.* 1998 ; Démians d'Archimbaud 2001). Le Centre de Datation par le Radiocarbone de Villeurbanne (alors dirigé par Jacques Evin) a réalisé 58 datations au radiocarbone, sur des ossements et des pièces de bois. Il s'agit d'une des plus importantes séries de dates pour une nécropole médiévale (Démians d'Archimbaud, *Evin et al.* 1998 ; Démians d'Archimbaud 2001). Les datations proposées sont donc solidement établies. Mlle Gabrielle Démians d'Archimbaud nous a aimablement fourni la liste de datation des sépultures. Les sépultures se répartissent sur 5 périodes :

- période « 1 » : du 4<sup>e</sup> au 7<sup>e</sup> siècle après J.-C. (antiquité tardive)
- période « 2 » : du 8<sup>e</sup> au 11<sup>e</sup> siècle (période carolingienne)
- période « 3A » : du 11<sup>e</sup> siècle au début du 13<sup>e</sup> siècle (Moyen Âge )
- période « 3B » : de la fin du 13<sup>e</sup> au 15<sup>e</sup> siècle (fin du Moyen Âge )
- période « 4 » : 16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles (début de l'ère moderne)

Comme dans tout site archéologique, il reste bien sûr possible que des ossements de différentes périodes aient pu se mélanger (remaniements taphonomiques, réductions).

## 3- Représentativité de l'échantillon

Qui étaient les individus ensevelis dans le site ?

Les rares tombes de la période « 1 » datent de la première époque de l'édifice chrétien, les plus anciennes sont certainement encore païennes. Rien n'est connu de leurs occupants. Certains individus contenus dans des sarcophages coûteux possédaient sans doute une certaine importance sociale ou financière. À la fin de cette période, une église d'une taille

exceptionnelle pour l'époque est bâtie sur un site autrefois occupé par des mausolées et des bâtiments de taille plus modestes.

Toutes les tombes de la période carolingienne (période « 2 ») sont situées à l'extérieur de l'édifice de l'époque.

L'église est agrandie et exhaussée au début de la période « 3A ». C'est le début d'une multitude d'ensevelissements qui envahissent certaines parties de l'édifice. Les défunts sont accompagnés d'un grand nombre de dépôts funéraires en céramique.

Le quartier du Bourg perd sa place centrale dans la vie urbaine dignoise, une nouvelle cathédrale est construite dans la « nouvelle ville ». L'ancienne cathédrale Notre-Dame-du-Bourg devient peu à peu exclusivement consacrée à l'ensevelissement des défunts. La période « 4 », la plus importante en tombes exhumées, illustre cette vocation funéraire. Signalons que les inhumations des individus morts lors des épidémies de peste ne semblent pas avoir été effectuées à Notre-Dame-du-Bourg.

Un dépouillage des archives paroissiales (Le Hors 1991) a montré qu'au 17<sup>e</sup> siècle, la quasi-totalité des défunts étaient ensevelis dans deux lieux de sépultures différents à Digne, Notre-Dame-du-Bourg et le Couvent. C'est à Notre-Dame-du-Bourg qu'avait lieu la majorité des sépultures (3288 sur 6146 soit 53% de 1605 à 1670). Les inhumations à Notre-Dame-du-Bourg correspondent pour les proportions des âges et sexes à celles de l'ensemble des décédés de Digne. La représentation sociale par contre est légèrement différente. Même si tous les corps de métiers se retrouvent à Notre-Dame-du-Bourg, la proportion des niveaux socio-professionnels « supérieurs » est un peu plus faible à Notre-Dame-du-Bourg qu'au Couvent. À cette époque, Notre-Dame-du-Bourg est donc un lieu de sépulture un peu plus « populaire » que le couvent. Si la différence existe, il faut la nuancer car il n'y a pas de dichotomie sociale franche mais plutôt une tendance.

## ÉLÉMENTS DE DÉMOGRAPHIE

Il n'est pas possible ici de présenter une démographie complète du site de Notre-Dame-du-Bourg. Il faudrait pour cela intégrer l'étude de la mortalité infantile, qui ne fait pas partie de notre sujet. Nous présenterons et discuterons uniquement les données concernant les adultes.

#### **4- Détermination du sexe des individus**

Le sexe des individus a été déterminé à partir du bassin selon la méthode de Bruzek (2002). Onze critères non-métriques de l'os coxal sont chacun déterminés en masculins, féminins ou indéterminés. Un calcul final permet (ou non) de proposer un diagnostic sexuel dont Bruzek estime le taux de réussite à 98%. La méthode s'appuie sur des bassins de sexe connu d'échantillons de Français et de Portugais, donc ethniquement proches des individus de Notre-Dame-du-Bourg.

Le recueil des différents critères a été réalisé par Bertrand Mafart, Gaspard Guipert, Élise Jeusel et nous-même. Le calcul de détermination a été effectué par nous-même. La méthode de Bruzek repose sur l'analyse d'os coxaux entiers et bien conservés, ce qui n'est que rarement le cas dans la pratique archéologique. Nous avons donc déterminé les signes les plus efficaces pour pouvoir utiliser la méthode sur des os fragmentaires. Une publication spécifique sur ce sujet a été réalisée à partir de l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg (Debono & Mafart 2006, sous presse).

Nous avons ainsi traité les bassins de 505 individus (tableau 3). Le sexes des individus dont aucune partie du bassin n'était disponible ou dans un état de conservation trop médiocre n'a pas été déterminé.

#### **5- Détermination de l'âge au décès des individus**

La détermination de l'âge au décès des individus est une autre donnée indispensable pour l'étude d'un échantillon archéologique mais beaucoup plus difficile à estimer que la détermination sexuelle. L'âge n'est estimé chez l'adulte que sur une altération dégénérative osseuse ou articulaire qui est toujours une donnée personnelle, difficilement superposable entre plusieurs individus. Nous avons choisi la méthode de Schmitt et Broqua (2000). Il s'agit d'une détermination de l'âge à partir de 4 critères visuels de la surface auriculaire de l'ilion (d'après Lovejoy, Meindl *et al.* 1985), un calcul bayésien est ensuite appliqué pour estimer la probabilité du sujet d'appartenir à telle ou telle tranche d'âge. La technique a été évaluée à partir d'un échantillon de référence portugais d'âge connu.

La détermination précise de l'âge (de l'ordre de l'année) reste totalement illusoire actuellement en paléoanthropologie. Nous avons cherché à classer les individus adultes (épiphyses des os longs soudés) en trois classes d'âge : jeunes (16 à 30 ans), matures (30 à

50 ans) et âgés (plus de 50 ans). En acceptant un taux de confiance minimum de 70% pour estimer l'âge, il ne nous était possible de déterminer que la moitié des individus (261 sur 519 soit 50,3%) dont la surface auriculaire était observable. Afin de réduire l'indétermination, deux super-classes d'âge ont été créées (toujours avec un taux de probabilité de 70%) : plus de 30 ans et moins de 50 ans. Le taux d'indétermination a pu ainsi se réduire à 18,3% (95/519). Une publication spécifique sur ce sujet a été réalisée à partir de l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg (Debono, Mafart *et al.* 2004a voir annexe).

Le recueil des différents critères a été réalisé par Bertrand Mafart, Gaspard Guipert, Élise Jeusel et nous-même. Le calcul de détermination probabiliste a été effectué par nous-même. Nous avons ainsi traité les bassins de 519 individus (tableau 3). Les individus dont aucune partie du bassin n'était disponible ou dans un état de conservation trop médiocre n'ont pas été déterminés. Une observation spéciale a été effectuée pour 32 individus dont les épiphyses des os longs étaient soudées mais pas la crête iliaque (un des derniers points épiphysaires à se souder). Dans ce cas l'âge au décès était de moins de 25 ans (Paturet 1951 ; Webb & Suchey 1985). Cette population pourra être utilisée dans le cas de signes osseux particuliers chez les adultes les plus jeunes.

Sexe	N	Âge au décès	N	Période	N
<b>Hommes</b>	<b>228</b>	<b>Jeunes</b>	<b>89</b>	<b>1</b>	<b>14</b>
<b>Femmes</b>	<b>182</b>	<b>Matures</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>46</b>
Indéterminés	95	<b>Âgés</b>	<b>129</b>	<b>3A</b>	<b>223</b>
Pas de bassin déterminable	271	<b>Plus de 30 ans</b>	<b>63</b>	<b>3B</b>	<b>93</b>
		<b>Moins de 50 ans</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>386</b>
		Indéterminés	95	1 ou 2	1
		Pas de bassin déterminable	257	3A ou 3B	7
				3B ou 4	3
		2 ou 3A	3		
<b>Total</b>	<b>776</b>	<b>Total</b>	<b>776</b>	<b>Total</b>	<b>776</b>

tableau 3 : effectifs de l'échantillon analysé de Notre-Dame-du-Bourg (ossements d'adultes provenant d'une tombe unique) selon les déterminations de sexe, d'âge et de période

## 6- Démographie des adultes par période

Les 5 périodes possèdent des échantillons de tailles inégales, correspondant aux principales périodes d'ensevelissements à l'intérieur de la cathédrale (tableau 3).

Deux périodes sont particulièrement représentées : la période « 3A » (du 11<sup>e</sup> siècle au début du 13<sup>e</sup> siècle) et la période « 4 » (16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles). À elles deux, elles représentent 78,5% des ossements d'adultes retrouvés. Un des thèmes principaux de cette thèse sera la



comparaison diachronique entre ces deux périodes. Cette comparaison sera facilitée par le hiatus qui sépare les deux périodes, permettant une séparation franche et assurée. Ces deux périodes appartiennent l'une au Moyen Âge, l'autre à l'ère pré-moderne, ce qui permettra d'entrevoir les différences ou les continuités sur les squelettes humains entre ces grands ensembles historiques.

Périodes	Sexes			Âges							
				Détail des âges						Ensemble des adultes de plus de 30 ans	Ensemble des adultes de moins de 50 ans
	Hommes	Femmes	Total	Jeunes	Matures	Âgés	Plus de 30 ans	Moins de 50 ans	Total		
« 1 »	4	0	4	1	0	1	0	1	3	1	2
« 2 »	9	8	17	7	0	3	2	10	22	5	17
« 3A »	84	66	150	29	18	41	25	46	159	84	93
« 3B »	31	12	43	15	4	18	1	9	47	23	28
« 4 »	97	96	193	36	21	63	35	34	189	119	91
<b>TOTAL</b>	<b>225</b>	<b>182</b>	<b>407</b>	<b>88</b>	<b>43</b>	<b>126</b>	<b>63</b>	<b>100</b>	<b>420</b>	<b>232</b>	<b>231</b>

tableau 4 : détail des sexes et âges des individus de l'ensemble de l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg suivant les périodes. L'ensemble des « adultes de plus de 30 ans » correspond à l'union des « matures », « âgés » et « plus de 30 ans », l'ensemble des « adultes de moins de 50 ans » correspond à l'union des « jeunes », « matures » et « moins de 50 ans ».

Plus d'hommes que de femmes ont été exhumés dans la période « 3A », mais la différence n'est pas significative. La parité est par contre exacte dans la période « 4 ». Une théorie propose que la période 1100-1300 aurait pu connaître une diminution relative du nombre de femmes par rapport aux hommes. Cette hypothèse est fondée sur l'analyse d'actes de cette période retrouvant un sex-ratio (H/F) constamment positif (Delort 1982). Remarquons à Notre-Dame-du-Bourg une discrète tendance dans ce sens.

La proportion des individus morts après 50 ans est discrètement plus importante dans la période « 4 » que dans la période « 3A », sans que cette différence soit significative.

Le tableau 4 est basé sur le calcul de tous les bassins dont l'âge et le sexe ont pu être déterminés. Cet échantillon est légèrement différent de l'échantillon de travail (tableau 5) qui servira de base aux études sur les caractères des os longs. Nous avons en effet extrait de ce dernier échantillon les bassins issus de tombes multiples, ainsi que les os coxaux isolés et non associés à des os longs.

Périodes	Sexes			Âges							
				Détail des âges						Ensemble des adultes de plus de 30 ans	Ensemble des adultes de moins de 50 ans
	Hommes	Femmes	Total	Jeunes	Matures	Âgés	Plus de 30 ans	Moins de 50 ans	Total		
« 1 »	2	0	2	0	0	1	0	0	1	1	0
« 2 »	8	6	14	6	0	3	2	8	19	5	14
« 3A »	65	43	108	22	14	26	20	34	116	60	70
« 3B »	28	11	39	14	4	15	1	8	42	20	26
« 4 »	81	80	161	30	20	50	33	24	157	103	74
<b>TOTAL</b>	<b>184</b>	<b>140</b>	<b>324</b>	<b>72</b>	<b>38</b>	<b>95</b>	<b>56</b>	<b>74</b>	<b>335</b>	<b>189</b>	<b>184</b>

tableau 5 : détail des sexes et âges des individus de l'échantillon de travail de Notre-Dame-du-Bourg suivant les périodes. L'ensemble des « adultes de plus de 30 ans » correspond à l'union des « matures », « âgés » et « plus de 30 ans », l'ensemble des « adultes de moins de 50 ans » correspond à l'union des « jeunes », « matures » et « moins de 50 ans ».

Cet échantillon de travail possède des caractéristiques épidémiologiques légèrement différentes de l'échantillon complet. Le sex-ratio est identique mais la représentation des adultes morts après 50 ans est significativement supérieure dans la période « 4 » que dans la période « 3A ». Il faudra en tenir compte pour les caractères liés à l'âge.

Périodes	Jeunes			Matures			Âgés			Plus de 30 ans			Moins de 50 ans			Ensemble des adultes de plus de 30 ans			Ensemble des adultes de moins de 50 ans		
	♂	♀	sr	♂	♀	sr	♂	♀	sr	♂	♀	sr	♂	♀	sr	♂	♀	sr	♂	♀	sr
« 3A »	10	7	1,4	8	9	0,9	26	11	2,4	9	16	0,6	24	21	1,1	43	36	1,2	42	37	1,1
« 4 »	14	13	1,1	7	14	0,5	39	20	2,0	14	20	0,7	13	20	0,7	60	54	1,1	34	47	0,7

tableau 6 : comparaison des sex-ratio (hommes/femmes) entre les périodes « 3A » et « 4 » selon les tranches d'âge. L'« ensemble des adultes de plus de 30 ans » correspond à l'union des « matures », « âgés » et « plus de 30 ans », l'« ensemble des adultes de moins de 50 ans » correspond à l'union des « jeunes », « matures » et « moins de 50 ans ». s-r = sex-ratio.

Le sex-ratio subit des variations entre les deux périodes dans les différentes tranches d'âge, mais aucune des variations n'est significative (tableau 6). Le sex-ratio le plus

déséquilibré s'observe pour les adultes les plus âgés, où la proportion des hommes est au moins le double des femmes.

Périodes	Adultes atteignant l'âge de 30 ans		Adultes atteignant l'âge de 50 ans		
	$\frac{\sum \text{matures} + \sum \text{âgés} + \sum +}{\sum \text{Jeunes} + \sum \text{matures} + \sum \text{âgés}}$		$\frac{\sum \text{âgés}}{\sum \text{Jeunes} + \sum \text{matures} + \sum \text{âgés} + \sum -50 \text{ ans}}$		
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Tous sexes (avec indéterminés)
« 3A »	81,1% (43/53)	83,7% (36/43)	38,2% (26/68)	22,9% (11/48)	30,6% (41/134)
« 4 »	81,1% (60/74)	80,6% (54/67)	53,4% (39/73)	29,9% (20/67)	40,9% (63/154)

tableau 7 : comparaison des âges atteints par les hommes et les femmes suivant les périodes.

L'âge atteint par les adultes (tableau 7) donne une idée de la durée de vie que peut espérer atteindre un jeune adulte. Les déterminations d'âge permettent de calculer la proportion des adultes atteignant l'âge de 30 ans (somme des individus de plus de 30 ans divisé par le nombre des individus dont on sait s'ils ont ou non atteint 30 ans) et celle des adultes atteignant l'âge de 50 ans (somme des individus de plus de 50 ans divisé par le nombre des individus dont on sait s'ils ont ou non atteint 50 ans).

20% des jeunes adultes meurent avant d'atteindre l'âge de 30 ans. C'est une proportion très stable selon les sexes et dans les deux périodes principales étudiées.

Des différences importantes s'observent par contre pour les proportions de ceux qui atteignent 50 ans. Dans les deux périodes considérées, les femmes atteignent moins souvent que les hommes un âge supérieur à 50 ans (la différence est significative pour la période « 4 » mais pas pour la période « 3A » :  $p=0,081$ ).

La probabilité d'atteindre 50 ans augmente de 10% entre la période « 3A » et la période « 4 » (tableau 8) mais cette augmentation n'est pas significative ( $p=0,069$ ).

Périodes	Individus atteignant l'âge de 50 ans (tous sexes avec indéterminés)	
	$\frac{\sum \text{âgés}}{\sum \text{Jeunes} + \sum \text{matures} + \sum \text{âgés} + \sum -50 \text{ ans}}$	
« 1 »		(1/3)
« 2 »		(3/20)
« 3A »	30,6%	(41/134)
« 3B »	39,1%	(18/46)
« 4 »	40,9%	(63/154)

tableau 8 : comparaison de la prévalence d'individus atteignant l'âge de 50 ans dans les 5 périodes

L'écart entre la durée de vie des hommes et des femmes se marque surtout entre 30 et 50 ans. Cet écart diminue entre la période « 3A » et la période « 4 ». L'ensemble des risques de santé liés à la grossesse est peut-être à l'origine de cette surmortalité féminine. L'absence de surmortalité féminine avant 30 ans peut s'expliquer car la mortalité obstétricale, faible chez les jeunes mères, est connue pour augmenter après l'âge de 20 ans (Mafart 1994).

## 7- Causes des décès

Dans la plupart des cas, il n'a pas été possible de diagnostiquer la ou les causes du décès sur l'examen du squelette. Tout d'abord, un diagnostic cohérent ne peut être porté que sur toutes les pièces du squelette, nettoyées et examinées ensemble. Ensuite et surtout, le squelette n'enregistre qu'une petite partie des affections pouvant atteindre le vivant. Seules quelques affections médicales potentiellement mortelles ayant des atteintes osseuses peuvent être évoquées comme certaines infections (tuberculose, lèpre ou syphilis par exemple), sans d'ailleurs que leur présence soit nécessairement létale.

Les traumatismes graves sont aussi difficiles à mettre en évidence car si la mort a suivi de près le traumatisme, la fracturation traumatique des os ne pourra (le plus souvent) être distinguée d'une fracturation taphonomique post-mortem. Quelques artefacts guerriers (traces de coup d'épée, pointes incrustées dans l'os) seront plus parlants mais de découverte rare (nous n'avons rien retrouvé de tel à Notre-Dame-du-Bourg). Un coup peut d'ailleurs être mortel sans qu'il touche de partie osseuse (cou, abdomen).



# TAILLE DES OS LONGS ET STATURE DES INDIVIDUS

## 1- Matériel et méthode

Six des os longs des adultes de Notre-Dame-du-Bourg ont été mesurés par Bertrand Mafart qui nous autorise à utiliser ses données. Il s'agit de la clavicule, l'humérus, le radius, l'ulna, le fémur et le tibia. Au total 2733 os ont été intégrés dans l'étude (tableau 9).

Os	Droit	Gauche
Clavicules	42	34
Humérus	308	304
Radius	247	233
Ulnas	202	187
Fémurs	270	270
Tibias	318	318
<b>Total</b>	<b>1387</b>	<b>1346</b>

tableau 9 : effectif des os mesurés

Deux dimensions ont été mesurées par Bertrand Mafart (tableau 10): la longueur (à l'aide d'une planchette de mesure) et le périmètre minimum (à l'aide d'un ruban de papier millimétré). L'unité de mesure choisie est le millimètre (mm).

Os	Longueur	Périmètre
Clavicule	Longueur maximum, d'une extrémité à l'autre, sans tenir compte de la courbure	Périmètre minimum, vers le milieu
Humérus	Longueur maximum, de la tête à la joue la plus saillante de la trochlée	Périmètre minimum
	Longueur physiologique, de la tête au condyle (capitulum)	
Radius	Longueur maximum, du rebord latéral de la tête à la pointe de l'apophyse styloïde	Périmètre minimum, habituellement juste au-dessous de la tubérosité bicipitale.
Ulna	Longueur maximum, du sommet de l'olécrâne à la pointe de l'apophyse styloïde	Périmètre minimum, vers le tiers inférieur de l'os
Fémur	Longueur oblique en position, du plan des deux condyles à la tête	Périmètre, au milieu
Tibia	Longueur de la malléole médiane au plan des surfaces articulaires supérieures (plateaux tibiaux), sans comprendre l'éminence inter-condylienne (épines tibiales)	Périmètre minimum

tableau 10 : méthodes des mesures utilisées (d'après Olivier 1960)

À partir de ces deux mesures, l'indice de robustesse a été calculé (Olivier 1960) :

$$\text{robustesse} = \frac{\text{périmètre} \times 100}{\text{longueur}}$$

Une étude de la proportion des longueurs des membres est proposée. La longueur du membre inférieur est estimée par la somme des longueurs maximales du fémur et du tibia pour un individu. Pour la longueur du membre supérieur, la longueur physiologique de l'humérus est additionnée à la longueur maximale du radius. Pour seulement 112 squelettes les 4 os d'un même côté ont pu être mesurés. Seulement 72 dont le sexe a été déterminé appartiennent à l'une des deux périodes « 3A » et « 4 ».

L'indice de proportion est défini par :

$$\text{proportion} = \frac{\text{fémur} + \text{tibia}}{\text{humérus} + \text{radius}}$$

## 2- Évaluation de la stature des individus

L'évaluation par le calcul de la stature des individus est une donnée couramment utilisée en paléanthropologie pour caractériser une population. Sans doute parce que c'est une donnée aisément mesurable sur le vivant et à laquelle nous sommes très attachés visuellement pour caractériser les individus et les populations vivantes. Aussi parce qu'à l'aide de formules simples il est facile de calculer une taille estimée sur un os isolé, donc avec très peu d'éléments osseux. Il existe même des tables de médecine légale utilisables à partir d'os fragmentés (Krogman & Yscan 1986).

La méthode la plus fiable pour estimer la taille d'un individu est certainement celle proposée par Fully et Pineau (1960) car elle fait intervenir conjointement la taille des vertèbres et des os longs. Cette méthode est malheureusement inadaptée à un échantillon archéologique tel que celui de Notre-Dame-du-Bourg en raison de la conservation très médiocre des vertèbres.

Pour l'estimation de la stature à partir de la taille des os longs, de nombreuses méthodes ont été proposées (Manouvrier 1893 cité in Krogman & Yscan 1986, Pearson 1899 cité in Krogman & Yscan 1986 Trotter & Gleser 1952 ; Trotter & Gleser 1958 ; 1977 ; Olivier, Aaron *et al.* 1978 ; Krogman & Yscan 1986). Ces méthodes sont toutes calculées à partir d'une population donnée. Le problème est de trouver la formule adaptée à l'échantillon étudié (Krogman & Yscan 1986 ; Formicola 1993).

Pour une population de Néolithiques européens, Formicola (1993) compare la méthode de Fully & Pineau avec 6 autres méthodes parmi les plus utilisées : Pearson (1899), Trotter & Gleser pour des leucodermes et des mélanodermes états-uniens (1952, 1977), Olivier, Aaron *et al* (1978), Breitinger (1937) et Bach (1965). Les résultats sont différents selon les sexes : les meilleures méthodes pour les femmes sont les équations de Pearson et Trotter & Gleser pour les mélanodermes, et pour les hommes, l'équation d'Olivier . Les résultats sont souvent médiocres pour les individus très petits ou très grands, surtout avec l'équation de Pearson.

Au vu de ces comparaisons, nous avons choisi l'équation d'Olivier, Aaron *et al* (1978). Pour les populations néolithiques, selon Formicola (1993), ses résultats sont très bons chez les hommes et moins chez les femmes, mais l'estimation reste acceptable chez les individus de grandes et petites tailles. D'autre part son calcul a été mis au point sur une population française donc ethniquement proche de l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg.

Les estimations de taille peuvent être calculées à partir d'un seul des os long ou, mieux, avec une combinaison de plusieurs os. Les estimations fournies par un ou deux os isolés du membre supérieur sont assez imprécises : avec une même formule, l'estimation n'est pas identique en intégrant dans le calcul un os ou un autre, ni en prenant un seul os ou une association. L'estimation de taille peut ainsi varier significativement de 3 à 4 cm comme le montre Waldron (1998). Nous rejoignons ce dernier auteur quand il conseille de privilégier la publication des tailles réelles des différents os, au moins le fémur, pour autoriser des comparaisons fiables entre les populations.

Nous ne comparerons dans cette étude que les tailles de fémurs avec des populations proches géographiquement et temporellement de celles de la nécropole de Notre-Dame-du-Bourg.



## 3- Résultats

Os		Longueur droite	Longueur gauche	Périmètre droit	Périmètre gauche	Robustesse droite	Robustesse gauche
<b>Clavicules</b>	N	40	34	42	33	40	33
	Moyenne	<b>143,13</b>	<b>142,91</b>	<b>35,48</b>	<b>35,03</b>	<b>24,92</b>	<b>24,62</b>
	Écart-type	12,68	12,88	3,91	3,75	2,12	2,17
	Maximum	176	168	44	41	29,55	28,89
	Minimum	118	121	28	26	19,44	18,31
	Student (p et significativité)	0,94 <sup>v</sup>	NS	0,62 <sup>v</sup>	NS	0,56 <sup>v</sup>	NS
<b>Humérus</b>	N	307	296	308	304	304	295
	Moyenne	<b>308,33</b>	<b>305,49</b>	<b>60,12</b>	<b>58,60</b>	<b>19,49</b>	<b>19,19</b>
	Écart-type	21,19	20,65	5,87	5,29	1,47	1,50
	Maximum	365	373	85	87	29,51	30,85
	Minimum	246	240	48	46	15,38	13,14
	Student (p et significativité)	0,10	NS	8,5.10 <sup>-4</sup>	<b>D</b>	0,01	<b>D</b>
<b>Radius</b>	N	243	233	247	232	242	229
	Moyenne	<b>230,14</b>	<b>227,88</b>	<b>39,73</b>	<b>39,21</b>	<b>17,30</b>	<b>17,22</b>
	Écart-type	17,38	17,76	3,80	3,76	1,25	1,34
	Maximum	267	267	49	48	21,50	21,39
	Minimum	185	181	30	29	14,08	13,25
	Student (p et significativité)	0,16	NS	0,14	NS	0,55	NS
<b>Ulnas</b>	N	202	187	201	185	201	182
	Moyenne	<b>217,39</b>	<b>217,99</b>	<b>35,32</b>	<b>34,84</b>	<b>16,27</b>	<b>16,04</b>
	Écart-type	17,37	18,09	3,48	3,46	1,37	1,56
	Maximum	261	287	44	47	20,00	20,11
	Minimum	180	177	28	26	13,27	11,84
	Student (p et significativité)	0,74	NS	0,18	NS	0,13	NS
<b>Fémurs</b>	N	270	270	266	266	266	265
	Moyenne	<b>426,66</b>	<b>428,83</b>	<b>83,02</b>	<b>83,54</b>	<b>19,47</b>	<b>19,49</b>
	Écart-type	30,85	29,76	7,20	7,10	1,17	1,27
	Maximum	502	512	101	101	25,28	24,32
	Minimum	349	354	67	67	16,30	15,79
	Student (p et significativité)	0,41	NS	0,40	NS	0,86	NS
<b>Tibias</b>	N	318	318	311	310	309	309
	Moyenne	<b>352,49</b>	<b>352,40</b>	<b>71,86</b>	<b>72,11</b>	<b>20,43</b>	<b>20,50</b>
	Écart-type	24,49	24,80	6,10	6,27	1,33	1,44
	Maximum	411	409	91	91	25,64	26,33
	Minimum	297	292	55	55	15,67	15,54
	Student (p et significativité)	0,96	NS	0,62	NS	0,50	NS

tableau 11 : caractéristiques des moyennes, périmètres (en mm) et robustesses des os selon le côté. Les test utilisé est le test de Student-Fisher. Pour les échantillons réduits, le test F d'égalité des variances a été réalisé au préalable (<sup>v</sup>). La significativité indique quel coté est significativement plus grand (NS : non significatif, D : coté droit)

	Longueurs	Périmètres
--	-----------	------------

		<b>Hommes</b>	<b>Femmes</b>	<b>Hommes</b>	<b>Femmes</b>
<b>Clavicules</b>	N	17	41	41	17
	Moyenne	134,4	149,1	36,8	31,8
	Écart-type	10,3	11,8	3,2	2,8
	Maximum	157	176	43	36
	Minimum	118	125	26	26
	Student (p et significativité)	4,9.10 <sup>-5v</sup>		1,54.10 <sup>-06v</sup>	
<b>Humérus</b>	N	242	201	245	204
	Moyenne	318,8	294,4	62,4	55,5
	Écart-type	17,4	15,8	4,1	5,1
	Maximum	365	335	72	87
	Minimum	258	254	50	47
	Student (p et significativité)	1,56.10 <sup>-42</sup>		7,11.10 <sup>-46</sup>	
<b>Radius</b>	N	184	152	185	154
	Moyenne	238,9	217,3	41,5	37,0
	Écart-type	15,0	14,5	3,1	2,9
	Maximum	267	263	48	44
	Minimum	190	181	30	29
	Student (p et significativité)	1,05.10 <sup>-32</sup>		4,52.10 <sup>-34</sup>	
<b>Ulnas</b>	N	148	138	146	138
	Moyenne	228,0	207,8	36,8	33,2
	Écart-type	14,9	15,1	3,0	3,0
	Maximum	287	251	47	40
	Minimum	187	177	27	26
	Student (p et significativité)	1,13.10 <sup>-24</sup>		4,42.10 <sup>-21</sup>	
<b>Fémurs</b>	N	165	153	166	153
	Moyenne	445,1	407,9	87,5	78,5
	Écart-type	27,5	22,6	6,3	5,0
	Maximum	512	473	101	94
	Minimum	368	349	68	67
	Student (p et significativité)	1,29.10 <sup>-31</sup>		1,01.10 <sup>-34</sup>	
<b>Tibias</b>	N	195	164	185	163
	Moyenne	364,5	339,8	75,6	68,0
	Écart-type	22,7	21,7	5,3	4,8
	Maximum	411	396	89	81
	Minimum	299	292	60	55
	Student (p et significativité)	1,36.10 <sup>-22</sup>		3,34.10 <sup>-35</sup>	

tableau 12 : comparaison des longueurs des os selon le sexe. Les test utilisé est le test de Student-Fisher. Pour les échantillons réduits, le test F d'égalité des variances a été réalisé au préalable (\*).

Pour tous les os, les longueurs et les périmètres sont significativement plus grands chez les individus mâles (tableau 12).

	<b>Hommes</b>	<b>Femmes</b>
--	---------------	---------------

			<30	>30	<50	>50	<30	>30	<50	>50
<b>Humérus</b>	<b>Longueur</b>	N	23	95	75	95	19	71	76	71
		Moyenne	<b>307,1</b>	<b>320,4</b>	<b>316,3</b>	<b>320,4</b>	<b>294,8</b>	<b>294,5</b>	<b>296,3</b>	<b>294,5</b>
		Écart-type	22,1	17,1	18,4	17,1	15,1	16,3	19,0	16,3
		Student (p et significativité)		*	0,141	NS	0,94 <sup>v</sup>	NS	0,553	NS
	<b>Périmètre</b>	N	22	94	75	94	19	71	76	71
		Moyenne	<b>59,6</b>	<b>63,2</b>	<b>61,9</b>	<b>63,2</b>	<b>54,0</b>	<b>57,2</b>	<b>55,8</b>	<b>57,2</b>
		Écart-type	5,0	4,1	4,7	4,1	3,9	6,3	5,2	6,3
		Student (p et significativité)	0,001 <sup>v</sup>	>30	0,047	>50		*	0,146	NS
	<b>Robustesse</b>	N	22	95	74	95	19	71	76	71
		Moyenne	<b>19,5</b>	<b>19,8</b>	<b>19,6</b>	<b>19,8</b>	<b>18,4</b>	<b>19,6</b>	<b>19,0</b>	<b>19,6</b>
		Écart-type	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	2,2	1,9	2,2
		Student (p et significativité)	0,313 <sup>v</sup>	NS	0,307	NS		*	0,099	NS
<b>Fémurs</b>	<b>Longueur</b>	N	14	62	51	62	17	46	55	46
		Moyenne	<b>429,5</b>	<b>446,0</b>	<b>442,7</b>	<b>446,0</b>	<b>403,9</b>	<b>409,7</b>	<b>412,4</b>	<b>409,7</b>
		Écart-type	37,0	25,6	29,4	25,6	20,5	22,6	24,0	22,6
		Student (p et significativité)		*	0,530 <sup>v</sup>	NS	0,366 <sup>v</sup>	NS	0,562 <sup>v</sup>	NS
	<b>Périmètre</b>	N	14	61	51	61	17	46	54	46
		Moyenne	<b>83,4</b>	<b>88,3</b>	<b>86,2</b>	<b>88,3</b>	<b>77,1</b>	<b>80,8</b>	<b>78,4</b>	<b>80,8</b>
		Écart-type	8,2	6,3	6,4	6,3	5,0	4,5	4,8	4,5
		Student (p et significativité)	0,016 <sup>v</sup>	>30	0,080 <sup>v</sup>	NS	0,007 <sup>v</sup>	>30	0,013 <sup>v</sup>	>50
	<b>Robustesse</b>	N	14	62	51	62	17	46	54	46
		Moyenne	<b>19,5</b>	<b>19,9</b>	<b>19,5</b>	<b>19,9</b>	<b>19,2</b>	<b>19,8</b>	<b>19,2</b>	<b>19,8</b>
		Écart-type	0,9	1,2	1,0	1,2	1,3	1,1	1,2	1,1
		Student (p et significativité)	0,222 <sup>v</sup>	NS	0,079 <sup>v</sup>	NS	0,067 <sup>v</sup>	NS	0,006 <sup>v</sup>	>50

tableau 13 : caractéristiques des moyennes, périmètres (en mm) et robustesses des fémurs et humérus selon l'âge. Le test utilisé est le Student-Fisher. Pour les échantillons réduits, le test F d'égalité des variances a été réalisé au préalable (<sup>v</sup>). \* indique la non-égalité des variances. NS : non significatif, <30 : moins de 30 ans, >30: plus de 30ans, <50 : moins de 50 ans, >50 : plus de 50 ans. La significativité indique dans quelle tranche d'âge la valeur est significativement plus grande

		Périodes									
		1		2		3A		3B		4	
		Long.	Périm.	Long.	Périm.	Long.	Périm.	Long.	Périm.	Long.	Périm.
<b>Clavicules</b>	N	0	0	4	4	16	16	7	7	40	41
	Moyenne			<b>143,00</b>	<b>36,00</b>	<b>145,38</b>	<b>34,25</b>	<b>141,00</b>	<b>35,14</b>	<b>142,63</b>	<b>35,37</b>
	Écart-type			10,74	2,83	12,99	4,49	15,03	2,79	13,20	3,94
	Maximum			159	38	168	44	169	40	176	43
	Minimum			136	32	118	26	125	32	119	26
<b>Humérus</b>	N	9	9	20	20	216	217	23	24	287	295
	Moyenne	<b>322,67</b>	<b>62,89</b>	<b>309,70</b>	<b>58,50</b>	<b>309,51</b>	<b>59,84</b>	<b>310,17</b>	<b>62,17</b>	<b>304,25</b>	<b>58,43</b>
	Écart-type	6,04	4,17	21,14	5,84	20,95	5,98	22,33	6,20	20,62	5,00
	Maximum	333	70	352	68	373	87	353	72	365	80
	Minimum	316	57	278	50	240	46	276	53	254	47
<b>Radius</b>	N	4	4	15	17	190	189	14	15	218	219
	Moyenne	<b>239,25</b>	<b>40,50</b>	<b>231,53</b>	<b>39,76</b>	<b>235,09</b>	<b>40,32</b>	<b>236,07</b>	<b>41,13</b>	<b>222,96</b>	<b>38,42</b>
	Écart-type	11,32	1,00	16,17	3,40	16,10	3,81	13,12	3,42	17,45	3,60
	Maximum	249	41	254	46	267	49	262	48	267	47
	Minimum	223	39	203	35	200	30	210	36	181	29
<b>Ulnas</b>	N	2	2	18	18	130	129	13	13	193	191
	Moyenne	<b>234,00</b>	<b>38,00</b>	<b>226,72</b>	<b>36,78</b>	<b>224,70</b>	<b>35,47</b>	<b>221,23</b>	<b>35,77</b>	<b>211,63</b>	<b>34,52</b>
	Écart-type	0,00	2,83	19,72	5,08	17,10	3,80	10,20	1,96	16,54	3,15
	Maximum	234	40	261	47	287	45	237	39	253	44
	Minimum	234	36	198	30	183	26	203	33	177	26
<b>Fémurs</b>	N	5	5	24	23	175	172	25	25	273	270
	Moyenne	<b>443,60</b>	<b>90,60</b>	<b>428,33</b>	<b>82,78</b>	<b>438,21</b>	<b>84,91</b>	<b>434,20</b>	<b>85,80</b>	<b>419,90</b>	<b>81,65</b>
	Écart-type	24,96	8,08	26,79	7,33	28,17	7,97	30,24	7,68	30,57	6,58
	Maximum	472	100	487	100	512	101	490	97	498	101
	Minimum	419	82	394	71	364	45	381	72	349	67
<b>Tibias</b>	N	4	3	21	18	215	210	30	30	309	304
	Moyenne	<b>365,25</b>	<b>79,33</b>	<b>352,62</b>	<b>70,72</b>	<b>358,89</b>	<b>73,16</b>	<b>353,37</b>	<b>73,37</b>	<b>347,31</b>	<b>70,95</b>
	Écart-type	29,75	2,08	29,84	4,00	21,29	6,06	25,87	7,86	25,71	6,20
	Maximum	392	81	411	76	407	89	389	88	409	91
	Minimum	339	77	314	64	292	58	302	60	295	55

tableau 14 : valeurs des longueurs et périmètres (en mm) des os mesurés suivant les périodes, tous sexes confondus

Sauf pour la clavicule (mais leur nombre est limité) toutes les longueurs des 5 autres os sont statistiquement plus importantes pour la période « 3A » que pour la période « 4 » (valeur seuil  $p < 0,01$ ). Les individus de la période « 3A » sont donc plus grands que leurs successeurs de la période « 4 ».

tableau 15 (page 44): détail des mesures des os (en mm) selon les sexes entre les périodes « 3A » et « 4 ». Le test utilisé est le Student-Fisher. Pour les échantillons réduits, le test F d'égalité des variances a été réalisé au préalable (\*). \* indique la non-égalité des variances. Les caractères en gras indiquent dans quelle période la valeur est significativement plus élevée (NS = non significatif)

	Longueur				Périmètre				Robustesse				
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes		Hommes		Femmes		
	3A	4	3A	4	3A	4	3A	4	3A	4	3A	4	
<b>Clavicules</b>	N	10	22	4	11	10	22	4	11	9	22	4	11
	Moyenne	<b>149,3</b>	<b>150,6</b>	<b>137,7</b>	<b>132,4</b>	<b>34,5</b>	<b>38,1</b>	<b>32,2</b>	<b>31,4</b>	<b>23,5</b>	<b>25,3</b>	<b>23,4</b>	<b>23,9</b>
	Écart-type	11,5	10,7	15,9	9,2	3,9	2,4	3,5	2,9	1,9	1,5	1,1	2,8
	Maximum	168	176	157	144	40	43	36	36	25,9	28,9	24,8	27,2
	Minimum	127	135	118	119	26	33	28	26	20,5	22,9	22,3	18,3
	Student	0,77 <sup>v</sup>	NS	0,47 <sup>v</sup>	NS	*		0,69 <sup>v</sup>	NS	0,01 <sup>v</sup>	4		*
<b>Humérus droits</b>	N	46	57	34	51	46	57	35	51	46	56	34	51
	Moyenne	<b>320,5</b>	<b>317,6</b>	<b>296,3</b>	<b>294,9</b>	<b>63,6</b>	<b>61,9</b>	<b>56,0</b>	<b>55,1</b>	<b>19,9</b>	<b>19,5</b>	<b>19,0</b>	<b>18,7</b>
	Écart-type	16,1	18,7	17,2	16,9	4,2	3,6	4,7	3,8	1,4	1,1	1,4	1,3
	Maximum	355	365	332	327	72	68	68	66	23,7	22,7	23,6	21,6
	Minimum	286	270	246	258	52	50	50	48	16,9	17,2	17,0	15,4
	Student	0,42 <sup>v</sup>	NS	0,72 <sup>v</sup>	NS	0,04 <sup>v</sup>	3A	0,30 <sup>v</sup>	NS	*		0,36 <sup>v</sup>	NS
<b>Humérus gauches</b>	N	47	47	43	54	47	51	43	56	47	47	42	54
	Moyenne	<b>319,0</b>	<b>316,4</b>	<b>294,8</b>	<b>291,8</b>	<b>61,8</b>	<b>60,9</b>	<b>55,8</b>	<b>54,8</b>	<b>19,4</b>	<b>19,3</b>	<b>18,7</b>	<b>18,8</b>
	Écart-type	17,1	17,8	20,5	16,5	4,1	3,6	6,4	3,7	1,2	1,2	1,5	1,4
	Maximum	352	357	373	328	70	68	87	65	22,1	23,0	22,9	22,1
	Minimum	258	264	240	254	50	50	49	47	16,8	17,2	13,1	15,1
	Student	0,49 <sup>v</sup>	NS	0,44 <sup>v</sup>	NS	0,26 <sup>v</sup>	NS	*		0,60 <sup>v</sup>	NS	0,708 <sup>v</sup>	NS
<b>Humérus droits et gauches</b>	N	93	104	76	105	93	108	77	107	93	103	76	105
	Moyenne	<b>319,7</b>	<b>317,1</b>	<b>295,6</b>	<b>293,3</b>	<b>62,7</b>	<b>61,4</b>	<b>55,5</b>	<b>54,9</b>	<b>19,6</b>	<b>19,4</b>	<b>18,8</b>	<b>18,8</b>
	Écart-type	16,5	18,2	19,1	16,7	4,2	3,6	4,5	3,7	1,3	1,2	1,5	1,3
	Maximum	355	365	373	328	72	68	68	66	23,7	23,0	23,6	22,1
	Minimum	258	264	240	254	50	50	49	47	16,8	17,2	13,1	15,1
	Student	0,298	NS	0,392	NS	0,030	3A	0,349	NS	0,195	NS	0,760	NS
<b>Radius</b>	N	83	75	61	85	82	76	61	87	82	75	60	84
	Moyenne	<b>244,2</b>	<b>234,1</b>	<b>223,2</b>	<b>212,8</b>	<b>42,4</b>	<b>40,5</b>	<b>37,6</b>	<b>36,4</b>	<b>5,8</b>	<b>5,8</b>	<b>6,0</b>	<b>5,9</b>
	Écart-type	13,0	15,4	13,2	13,9	2,8	3,1	3,3	2,7	0,4	0,4	0,4	0,5
	Maximum	267	267	263	249	48	47	44	44	6,9	6,6	6,9	7,5
	Minimum	213	190	202	181	36	30	30	29	5,0	5,0	5,2	4,7
	Student	1,7.10 <sup>-5</sup>	3A	1,3.10 <sup>-5</sup>	3A	9.10 <sup>-5</sup>	3A	0,01	3A	0,84	NS	0,28	NS
<b>Ulnas</b>	N	53	67	49	78	52	66	49	78	52	65	49	77
	Moyenne	<b>234,8</b>	<b>223,2</b>	<b>215,7</b>	<b>201,7</b>	<b>37,2</b>	<b>36,3</b>	<b>33,4</b>	<b>32,9</b>	<b>15,9</b>	<b>16,3</b>	<b>15,5</b>	<b>16,3</b>
	Écart-type	14,5	13,7	13,3	13,5	3,1	2,7	3,2	2,9	1,4	1,5	1,4	1,3
	Maximum	287	253	251	237	45	44	39	40	18,5	20,0	18,2	19,5
	Minimum	204	187	192	177	30	27	28	26	12,2	11,8	13,0	12,9
	Student	2.10 <sup>-5v</sup>	3A	9.10 <sup>-8v</sup>	3A	0,12 <sup>v</sup>	NS	0,40 <sup>v</sup>	NS	0,10 <sup>v</sup>	NS	0,001 <sup>v</sup>	4
<b>Fémurs</b>	N	68	65	50	85	67	65	48	85	67	65	48	85
	Moyenne	<b>452,3</b>	<b>438,9</b>	<b>421,3</b>	<b>401,6</b>	<b>88,9</b>	<b>85,9</b>	<b>80,0</b>	<b>77,7</b>	<b>19,7</b>	<b>19,6</b>	<b>19,1</b>	<b>19,4</b>
	Écart-type	23,1	30,7	24,5	21,0	5,7	6,1	6,0	4,4	1,3	1,2	1,4	1,1
	Maximum	512	498	473	453	100	101	94	88	22,3	22,8	22,1	22,5
	Minimum	385	368	364	349	76	69	67	67	17,3	17,1	16,1	16,9
	Student	0,01	3A	2,7.10 <sup>-6v</sup>	3A	0,01	3A	*		0,81	NS	*	
<b>Tibias</b>	N	77	86	63	84	75	83	61	85	74	82	61	84
	Moyenne	<b>368,8</b>	<b>360,6</b>	<b>349,6</b>	<b>333,6</b>	<b>76,6</b>	<b>74,7</b>	<b>69,1</b>	<b>67,2</b>	<b>20,8</b>	<b>20,8</b>	<b>19,7</b>	<b>20,2</b>
	Écart-type	17,6	24,6	21,3	20,4	4,8	5,2	4,5	4,8	1,3	1,4	1,2	1,5
	Maximum	407	409	396	390	89	89	80	81	23,9	26,3	22,6	23,8
	Minimum	335	299	292	297	62	60	60	55	17,2	18,1	16,7	15,5
	Student	0,02	3A	9,7.10 <sup>-6</sup>	3A	0,02	3A	0,02	3A	0,98	NS	0,05	NS

Pour 4 des six os mesurés (radius, ulnas, fémurs et tibias) les longueurs des individus des deux sexes vivant dans la période « 3A » sont significativement supérieures à ceux de la période « 4 ». Seul l'humérus échappe à cette variation. La même différence s'observe pour les périmètres (sauf pour les ulnas).

Le tableau 16 indique les résultats des proportions des membres. Les différences ne sont pas significatives entre les périodes, ni entre les sexes.

	Hommes		Femmes	
	3A	4	3A	4
Maximum	1,524	1,576	1,577	1,592
Minimum	1,359	1,378	1,405	1,402
Moyenne	1,462	1,479	1,491	1,489
Écart-type	0,041	0,042	0,052	0,043
N	14	21	14	23

tableau 16 : proportion des membres (humérus+radius / fémur+tibia) chez les hommes et les femmes des périodes « 3A » et « 4 »

Une estimation de la stature des individus a été calculée à partir des équations d'Olivier, Aaron *et al* (1978). Afin de limiter l'imprécision, nous n'avons intégré que les individus possédant au moins une mesure d'un des os longs du membre inférieur (tableau 17).

	Hommes		Femmes	
	3A	4	3A	4
N	55	57	41	62
<b>moyenne</b>	<b>167,0</b>	<b>164,2</b>	<b>159,4</b>	<b>155,4</b>
écart-type	5,59	7,09	5,44	6,22
maximum	178,4	176,0	172,2	174,6
minimum	155,5	147,4	143,7	143,2

tableau 17 : estimation des tailles des individus (en cm) pour les hommes et les femmes des périodes « 3A » et « 4 » .

La diminution moyenne de la stature entre les deux périodes est nette chez les hommes comme chez les femmes, elle correspond bien sûr à la résultante de la diminution de la taille des os longs. Nous ne présentons pas de calculs statistiques sur ces valeurs en raison de l'approximation de ces estimations.

#### 4- Discussion

Robustesse :

L'humérus est le seul os pour lequel est observée une différence significative selon le côté. Le périmètre et la robustesse sont plus élevés à droite mais pas la longueur de l'humérus. La latéralité humaine et la plasticité des os expliquent ce phénomène. Les efforts intenses du membre supérieur ont tendance à accroître la robustesse de l'humérus mais peu sa longueur (Trinkaus, Churchill *et al.* 1994). Cette modification n'est pas constatée pour les deux autres os longs du membre supérieur.

Contrairement aux longueurs, l'indice de robustesse ne varie que très peu selon les époques. Les hommes de la période « 4 » ont des clavicules plus robustes que ceux de la période « 3A » et les ulnas des femmes de la période « 4 » sont plus robustes que celles de la période « 3A ». Ces deux variations vont dans le sens d'une augmentation de la robustesse dans la période la plus récente. Mais pour la plupart des os, l'indice de robustesse reste stable. Il y a donc plutôt une diminution harmonieuse des proportions des os, sans modification importante de leur morphologie.

Latéralité :

Seul l'humérus possède une différence significative du périmètre selon le côté. Le tableau 18 donne le décompte des différences entre les côtés pour les humérus mesurés. La prédominance droite est très nette et évoque la latéralisation manuelle dans l'espèce humaine. Il reste cependant difficile d'affirmer la latéralisation pour un individu isolé.

	Longueurs		Périmètres	
N	203		209	
Droit > gauche	152	74,9%	131	62,7%
Droit = gauche	18	8,9%	48	23,0%
Gauche > droit	33	16,3%	30	14,4%

tableau 18 : différence droite/gauche des longueurs et de périmètres des humérus.

Âge :

Seuls des os d'adultes sont mesurés, il ne peut donc pas y avoir de modification de la longueur de l'os au cours de l'existence. Mais les humérus des hommes morts après l'âge de 30 ans sont significativement plus grands que ceux des adultes décédés plus jeunes (tableau 13). La même différence s'observe en limite de significativité pour les fémurs. Les hommes

les plus grands ont sans doute eu de meilleures conditions sanitaires durant leur croissance, ils ont mieux survécu à leurs débuts dans la vie adulte. Rien de comparable ne s'observe chez les femmes.

La valeur des périmètres est très liée à l'âge au décès de l'individu, autant chez les hommes que les femmes. Deux phénomènes peuvent ici se conjuguer : d'une part comme pour la longueur, la meilleure survie des individus possédant les os les plus solides. D'autre part le remodelage osseux constant durant l'existence pouvant augmenter la masse osseuse des individus les plus robustes et ceux vivant le plus longtemps. Un véritable « cercle vertueux » physiologique se met en place : les individus vivant dans de meilleures conditions (génétiquement favorisés, meilleure alimentation, absence de maladies) et à l'activité physique importante forment des os plus robustes qui les aident à prolonger leur existence (diminution des risques de fractures toujours graves chez les plus âgés).

Stature :

La diminution de longueur entre les deux périodes principales est nette et retrouvée pour presque tous les os. Seul l'humérus ne présente pas une diminution significative. Il convient donc de se méfier de calculs fondés sur la longueur d'un seul os (surtout du membre supérieur) pour estimer la stature puisque qu'ils subissent chacun une évolution propre.

La stature plus faible des femmes (habituelle chez l'espèce humaine) est systématiquement retrouvée ici. Ce qui n'exclut pas l'existence de quelques grandes femmes dont certaines dépassent 170 cm.

La stature calculée des hommes de Notre-Dame-du-Bourg (surtout ceux de la période « 4 ») est proche de celle des conscrits du 19<sup>e</sup> siècle en Provence (164,4 cm en 1820 et 165,3 cm en 1880 selon Mafart 1983).

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à modifier la stature :

- Une modification importante du pool génétique.
- Le facteur le plus important intervenant sur la modification de la stature au sein d'une population est l'alimentation (Eveleth 1986 ; Van Wieringen 1986 ; Komlos, Tanner *et al.* 1992 ; Larsen 1997). Une alimentation adéquate permet à l'individu d'atteindre sa taille génétique potentielle. Pendant la croissance, une période de carence alimentaire qu'elle soit globale (sous-alimentation, famine) ou partielle (déficit focalisé en un ou plusieurs éléments diététiques) va induire un facteur limitant sur la taille finale de l'adulte (Larsen 1997). Il a été ainsi clairement mis en évidence un accroissement de la stature par une amélioration nutritionnelle (Greulich 1976 ; Larsen 1997) et une diminution liée à des temps de disettes et



de privations (Ali, Lestrel *et al.* 2000). Les changements socio-culturels ont une grande influence sur la stature des individus, souvent par d'importants changements des habitudes alimentaires (Hummert & Van Gerven 1983). Une réduction de la stature de 3% chez les femmes et 1% chez les hommes (donc très comparable à Notre-Dame-du-Bourg) est retrouvée par Larsen (1997) entre des cueilleurs amérindiens de la côte de Georgie (avant 1150 après J.-C.) et leurs descendant cultivateurs de maïs (entre 1150 et 1550 après J.-C.) Cette diminution est interprétée comme un appauvrissement nutritionnel global par l'introduction d'une alimentation essentiellement centrée sur le maïs. De manière globale, une tendance à la réduction de la stature est souvent mis en évidence entre le passage d'un mode de vie chasseur-cueilleur à l'agriculture (Larsen 1997).

- L'amélioration des conditions sanitaires arrive au second plan (Van Wieringen 1986). Elle inclue la lutte contre les maladies, l'hygiène domestique et collective (qualité de l'eau, égouts, etc.)

- Au sein d'une même population, une différence de stature est observée en fonction du niveau socio-économique. Les adultes des classes favorisées montrent une stature supérieure que leurs concitoyens moins favorisés par une meilleure alimentation et des conditions de vie plus favorables pendant la croissance (Angel 1976 ; Eveleth 1986 ; Komlos, Tanner *et al.* 1992).

- Les effets du climat sont aussi bien connus sur les modifications de la stature. Une taille plus petite et un corps plus compact permettent une diminution de la déperdition de chaleur. Une telle diminution de taille a été bien constaté chez les Inuits (Eveleth & Tanner 1976). Par contre, la taille des individus ne montre qu'une médiocre corrélation avec la latitude (Larsen 1997), les Scandinaves sont en moyenne beaucoup plus grands que les Portugais par exemple.

- Une activité physique excessive en période de croissance peut aussi être responsable d'une taille adulte réduite. L'étude des tailles chez des jeunes gymnastes montre une stagnation de la croissance en période d'entraînement et un « rattrapage » de croissance en période de repos (Duclos, Barat *et al.* 2003). Le travail physique intense des enfants a pu ainsi être évoqué pour expliquer les tailles réduites de certains échantillons archéologiques (Miles & Bulman 1994).

- Des facteurs environnementaux comme des intoxications chroniques au plomb pourraient provoquer un ralentissement de la croissance, comme cela a été proposé sur des populations romano-britanniques (Miles & Bulman 1994).

- La répétition des maladies infantiles peut à terme provoquer un retard statural que l'enfant n'arrive pas à rattraper.

La diminution de la stature à Notre-Dame-du-Bourg entre les périodes « 3A » et « 4 » est significative et concerne tous les os longs des membres, sauf l'humérus. C'est la croissance du squelette pendant l'enfance et l'adolescence qui détermine la taille de l'individu. La taille est donc le reflet de facteurs intervenant avant la maturité de l'individu. Une étude des marqueurs de stress de croissance (Mafart 1989) et une analyse isotopique des marqueurs de l'alimentation (Démians d'Archimbaud, *Evin et al.* 1998 ; Herrscher 2001) pourraient donner des indications sur les raisons d'une telle diminution de taille. Plus globalement, l'analyse conjointe des ossements immatures pourra éclairer sur l'état sanitaire des enfants (Mafart 1997).

Il ne peut être exclu une différence socio-économique entre les personnes ensevelies durant les deux périodes. Nous avons déjà signalé (page 29) que les individus de la période « 4 » à Notre-Dame-du-Bourg possèdent une légère sur-représentation des classes populaires par rapport à la population Dignoise globale. Nous ne savons rien en revanche du statut social des individus enterrés à Notre-Dame-du-Bourg durant la période « 3A ». Il nous semble cependant qu'une surreprésentation aussi discrète ne saurait probablement expliquer une variation aussi nette de la stature.

#### Comparaison avec d'autres études (tableau 19)

Les tailles des fémurs de la période « 3A » sont très comparables avec ceux des autres échantillons européens cités. Sur 22 comparaisons, ils ne sont significativement plus grands que 4 fois (18%) avec deux populations ibériques où les habitants sont actuellement plus petits que dans le reste de l'Europe.

Les fémurs de la période « 4 » sont par contre nettement plus petits que dans les autres populations citées. Sur 22 comparaisons, les fémurs de la période « 4 » sont 11 fois plus petits (50%), et une seule fois plus grands (par rapport aux femmes de Montjuich). Non seulement il existe une nette diminution de taille d'une période à l'autre, mais la population de la période « 4 » apparaît nettement plus petite que dans d'autres populations européennes. Il est tout de même à remarquer qu'aucune comparaison n'est faite avec des individus de la même période (16<sup>e</sup>-17<sup>e</sup> siècle).

Échantillons	Hommes					Femmes					
	Valeurs			Comparaisons		Valeurs			Comparaisons		
	N	m	s	3A	4	N	m	s	3A	4	
Notre-Dame-du-Bourg	3A	68	452,3	23,1			50	421,3	24,5		
	4	65	438,9	30,7			85	401,6	21,0		
St-Victor Marseille, 4e - 6e siècle (Mafart 1980)		26	442,2	21,5	-	-	5	410,0			
Potenzia - Italie, 1er - 3e siècle après J.-C. (Capitiano 1974 cité in Mafart 1980)		9	439,4	11,4	-	-	10	420,9	16,1	-	C
Tarragone - Espagne, 3e - 4e siècle après J.-C. (Pons Rosell 1949 cité in Mafart 1980)		39	438,5	22,7	3A	-	29	407,5	21,0	3A	-
Saint-Just - Lyon, 4e - 13e siècle (Bernard 1973 cité in Mafart 1980)		24	448,0				21	417,2			
Burgondes, 5e - 8e siècle après J.-C. (Sauter 1941 cité in Mafart 1980)		20	444,4				9	412,0			
Ennery - Moselle, 5e - 6e siècle après J.-C. (Heuertz 1957)		25	449,4	24,1	-	-					
Les Mémoires - Isère, 6e - 8e siècle après J.-C. (Demetz 1965 cité in Mafart 1980)		15	442,1	35,0	-	-	14	414,9	15,3	-	C
Blussangeaux - Doubs, mérovingien (Méry 1968 cité in Mafart 1980)		35	454,3	26,6	-	C	27	415,6	22,2	-	C
Médiévaux du 7e siècle après J.-C., Collecchio, Parma, Italie (Brasili Gualandi & Calanchi 1989)		14	453,1	24,6	-	-	4	446,0	13,3	-	C
St Laurent de Grenoble, 13e - 15e siècle (Herrscher 2001)		46	453,8	22,2	-	C	48	419,0	24,2	-	C
Montjuich - Espagne, 14e siècle (Prevosti 1951 cité in Mafart 1980)		31	433,5	32,1	3A	-	18	387,8	23,9	3A	4
Spitalfields, Londres 1729-1852 (Reeve & Council for British Archaeology. 1993)		211	447,4	36,9	-	-	205	413,5	25,8	-	C

tableau 19 : comparaison entre la taille des fémurs de Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études.

« m » donne la moyenne, « s » l'écart type. Les colonnes « compa » donnent le résultat du test statistique de Student entre les deux périodes principales de Notre-Dame-du-Bourg et les autres études. « - » signifie une différence non significative, « 3A » ou « 4 » signifie que les fémurs de la période considérée sont plus grands dans ces périodes de Notre-Dame-du-Bourg, et « C » que les fémurs sont plus grands dans l'étude de comparaison.

# ARTHROSE

## 1- Introduction

L'arthrose est la plus répandue des maladies articulaires. Elle a été étudiée depuis longtemps par les paléopathologistes (Pales 1930 ; Wells 1965 ; Brothwell & Sandison 1967 ; Jurmain 1977b) mais elle pose pourtant de nombreux problèmes encore non-résolus, de définition d'abord, d'interprétation ensuite. Nous nous proposons par l'étude des ossements de la nécropole de Notre-Dame-du-Bourg de (i) définir une méthodologie du recueil d'arthrose (ii) déterminer une séquence sémiologique de l'atteinte d'arthrose (iii) déterminer la signification des différentes prévalences d'arthrose retrouvées (iv) comparer les prévalences et l'épidémiologie de l'arthrose pour les deux grandes périodes historiques représentées à Notre-Dame-du-Bourg.

## 2- Brefs rappels sur l'arthrose

### Physiopathologie :

Deux thèses s'affrontent classiquement sur l'origine d'une arthrose : d'une part la dégradation primordiale du cartilage articulaire, d'autre part des contraintes mécaniques anormales sur l'articulation survenant sur un cartilage d'abord normal, puis qui va se dégrader progressivement (Kellgren 1965 ; Howell 1987 ; Dieppe 1990 ; Berenbaum 2000).

**Sémiologie :** L'arthrose est caractérisée par des signes :

#### a- morphologiques

- Altération du cartilage articulaire avec diminution puis disparition du revêtement cartilagineux (pincement articulaire radiologique).
- Densification et lyses osseuses (géodes) en zone de charge articulaire. En superficie, la densification osseuse associée à un frottement os contre os quand le cartilage a totalement disparu aboutit à l'éburnation où l'os prend l'aspect de l'ivoire poli.
- Remaniement extrinsèque par la formation d'une excroissance osseuse dans la zone de décharge (ostéophytes).

- b- cliniques (douleurs articulaires mécaniques et intermittentes, déformations, limitation des mouvements sans ankylose complète, craquements à la mobilisation).
- c- radiologiques (ostéophytes, diminution de l'interligne articulaire, condensation osseuse sous-chondrale avec géodes et kystes)
- d- pas de signe biologique sérique.

L'évolution est chronique et se fait vers l'aggravation progressive avec une vitesse variable, parfois par poussées. C'est une pathologie cumulative, sans retour à un état morphologique antérieur.

### **Étiologie :**

L'étiologie exacte de l'arthrose reste inconnue. Mais divers facteurs épidémiologiques et pathogéniques ont été décrits (Abrams 1960 ; Jurmain 1977b ; Vignon 1978 ; Peyron 1987) :

- a- la **fréquence** est très grande : 52% des personnes de plus de 35 ans auraient au moins une localisation d'arthrose. La fréquence dépasse 80% après 70 ans (Lawrence 1963 ; Lawrence, Bremner *et al.* 1966 ; Peyron 1987).
- b- L'**âge** est un facteur essentiel (Lagier 1982 ; Séréni, Pascal *et al.* 1982). Après 50 ans 62,9% des 3521 articulations radiographiées par Soila (1960 Soila & Pyykönen 1960) sont atteintes, la prévalence n'est que de 9,8% avant. L'arthrose diffère pourtant de la simple sénescence articulaire, et peut d'ailleurs ne pas exister chez des personnes très âgées (Heine 1926 ; Johnson 1959 ; Mitrovic 1987).
- c- Les deux **sexes** sont presque également atteints. Jusqu'à 55 ans l'arthrose est légèrement plus fréquente chez l'homme. Après 55 ans, les courbes se croisent ensuite et la femme devient plus atteinte (Séréni, Pascal *et al.* 1982). Mais chaque localisation possède son évolution particulière.
- d- Les **facteurs mécaniques** sont essentiels et souvent situés au premier rang des étiologies (Lievre, Lievre *et al.* 1956 ; Peyron 1987 ; Sedel 1987). Ils intègrent les traumatismes, les micro-traumatismes et les malpositions articulaires. Les facteurs mécaniques ont été étudiés par de nombreuses études épidémiologiques professionnelles ou sportives mais leurs conclusions sont parfois contradictoires (Peyron 1987 ; Felson 1988). La durée d'exposition aux facteurs mécaniques est un élément essentiel (Ravault, Roche *et al.* 1963).

- e- **D'autres facteurs étio-épidémiologiques** ont été discutés. Certains auraient une action limitée : hérédité, facteurs endocriniens, diabète (Stecher 1965 ; Felson 1988 ; Bardin & Cornélis 2000 ; Berenbaum 2000). D'autres quasiment aucune : climat, géographie, facteurs métaboliques et nutritionnels, ostéoporose (Burr, Martin *et al.* 1983 ; Dequeker, Goris *et al.* 1983 ; Healey, Vigorita *et al.* 1985).

### 3- Méthodologie du diagnostic d'arthrose

Sur le vivant, quelque soit l'articulation concernée, l'arthrose va être diagnostiquée sur une association de signes cliniques (douleurs mécaniques, pas d'inflammation locale), radiologiques (triade caractéristique : ostéophytes, pincement de l'interligne articulaire, ostéocondensation sous-chondrale et géodes), biologiques (négatifs : absence de signes biologiques locaux ou généraux) (Vignon 1978 ; Simon, Blotman *et al.* 1980 ; Barjon & Simon 1987 ; Lagier 1987 ; Ryckewaert 1987). En pratique médicale courante, le diagnostic est évoqué sur la plainte du patient et la pauvreté des signes locaux, puis confirmé par la radiographie.

En paléopathologie, les lésions typiques de l'arthrose sur os sec sont bien admises par la communauté des chercheurs (Steinbock 1976 ; Jurmain 1977b ; Ortner & Putschar 1981 ; Rogers, Waldron *et al.* 1987 ; Crubézy, Goulet *et al.* 2002) :

- **Ostéophytes** à la marge de l'articulation (photographie 1).
- **Altération de la surface articulaire** par aspect de piquetage puis d'érosion de l'os sous-chondral laissant voir l'os spongieux (photographie 2).
- **éburnation** (photographie 3) définie comme une portion de surface osseuse intra-articulaire rendue lisse et polie comme de l'ivoire par le frottement os sur os (traduisant la disparition du cartilage).

Certains auteurs (Rogers, Waldron *et al.* 1987 ; Waldron & Rogers 1991) ajoutent deux critères au diagnostic : la déformation du contour articulaire et la formation osseuse sur la surface articulaire. Nous avons écarté ces signes sur plusieurs arguments : la difficulté de définition du premier signe, la rareté et le manque de spécificité du second et le peu d'études réalisées en intégrant ces deux critères.

La radiographie peut montrer l'ostéodensification de l'os sous-chondral et la présence de kystes, mais elle n'est pas indispensable au diagnostic.

Il n'y a pas de protocole reconnu par tous, ce qui rend difficiles les comparaisons entre les études. Nous avons testé diverses méthodologies sur une articulation complexe de trois os : le coude. Chacun des trois signes caractérisant l'arthrose (ostéophytes, surface articulaire, éburnation) est coté sur chaque site osseux soit 0 (absence de signe d'arthrose), 1 (présence faible d'arthrose), 2 (présence d'arthrose marquée) ou 3 (signe d'arthrose très marqué ou exubérant) selon Bridges (1993). Les différents sites sont réunis en unités articulaires fonctionnelles, dont il est extrait la valeur la plus importante pour déterminer le diagnostic.

Appliqué au coude, l'échelle de cotation est ainsi définie :

- Présence d'ostéophytes à la marge des surfaces articulaires
  - 0 = absence d'ostéophytes
  - 1 = liseré fin bordant la surface articulaire (inf. À 2 mm)
  - 2 = ostéophytes marqués (de 2 à 6 mm)
  - 3 = ostéophytes exubérants (plus de 6 mm)
- atteinte de la surface articulaire
  - 0 = surface articulaire intacte
  - 1 = présence de fins et rares piquetés
  - 2 = zone de porosité marquée et bien définie
  - 3 = abrasion de la surface avec mise en évidence de l'os spongieux sous-jacent
- éburnation (zone polie brillante)
  - 0 = pas d'éburnation
  - 1 = présence d'éburnation

Discussion sur la valeur des différents signes :

L'**ostéophyte** est le signe le plus communément admis comme lié à l'arthrose. Il est sans doute le plus sensible, mais aussi le moins spécifique car il peut correspondre à une hyperostose ou à une simple sénescence. C'est le seul signe comparable avec la définition médicale et radiologique de l'arthrose. Mais la sensibilité entre les diagnostics radiologiques et sur os sec varie considérablement. Dans une étude comparative sur 11 genoux ayant des ostéophytes visibles sur os sec, un seul a été dépisté à la radiographie (Rogers, *Watt et al.* 1990). En pratique, la valeur seuil de 2mm permet de différencier un fin liseré osseux entourant l'articulation d'une lésion vraie (Casas, *Crubézy et al.* 1986).

L'**éburnation** possède un statut à part car sa présence, même discrète, est un fort argument pour une arthrose évoluée. La présence d'arthrose est donc attestée dès la cotation 1 du score d'éburnation. Ce signe est quasiment pathognomonique : si l'éburnation peut être la conséquence d'arthrite inflammatoire, cette origine est très rare (Rothschild 2001).

Le recueil des données a aussi révélé un problème de définition sur l'altération de la **surface articulaire**. La différence est difficile entre les scores 1 et 2. De plus, la surface articulaire du bord supérieur de la tête radiale est si souvent altérée (en vérité presque toujours) que la recherche de porosité fine est souvent impossible. Finalement, nous n'avons retenu que la cotation 3 (zone d'abrasion corticale totale) comme significative de la présence d'arthrose.

Choix d'une définition de l'arthrose parmi les sept définitions les plus utilisées :

a) Arthrose au moindre signe, sur le moindre site (Cassidy *cité in* Bridges 1993).

L'arthrose est diagnostiquée dès qu'un des sites a un score de 1. La prévalence d'arthrose ainsi obtenue à Notre-Dame-du-Bourg est de 80,3%. C'est une prévalence aberrante où l'arthrose serait la règle dès le début de l'âge adulte. Cette option maximaliste est manifestement exagérée.

Même en ne prenant que les scores d'ostéophytes et d'éburnation supérieurs ou égaux à 1, la prévalence est encore très élevée à 66,2%.

b) Arthrose définie sur un site atteint (Jurmain 1977b ; Merbs 1983 ; Bridges 1991)

L'existence de l'arthrose est attestée dès qu'un site est atteint avec une valeur significative d'arthrose. C'est l'option la plus répandue parmi les auteurs. Ici, cela correspond à un ostéophyte égal ou supérieur à 2, ou une surface articulaire égale à 3, ou la présence, même discrète, d'une éburnation (cotation = 1).

Ainsi définie, l'incidence de l'arthrose sur l'ensemble de la population étudiée est de 125 sur 496 coudes soit 25,2 %, valeur souvent comparable aux autres études paléopathologiques.

c) Arthrose associant ostéophytes et un autre signe (Rogers, Waldron *et al.* 1987)

La présence d'arthrose est définie par l'association d'ostéophytes avec un des deux autres signes, considérant l'ostéophyte comme un marqueur sensible, obligatoire mais non suffisant pour le diagnostic. En utilisant la présence d'ostéophytes cotés 2 ou plus, la prévalence d'arthrose obtenue à Notre-Dame-du-Bourg est de 7,8 à 8,8 % (suivant si



l'éburnation isolée est jugée suffisante ou non au diagnostic). En prenant en compte la présence même faible d'ostéophytes (1 ou plus), les valeurs obtenues sont 14,8% et 15,3%.

d) Arthrose uniquement définie sur l'éburnation (Inoue, Hukuda *et al.* 2001)

Cette option radicale a été choisie sans doute pour limiter au maximum les variabilités d'observations en utilisant un signe très spécifique. Peut-être aussi pour ramener des prévalences d'arthrose parfois étonnamment élevées à des valeurs plus proches de celles observées en médecine (en particulier pour le coude ou l'épaule). Cette méthodologie exclut du diagnostic les coudes très altérés. Elle s'éloigne sans doute dangereusement de la définition médicale de l'arthrose.

À Notre-Dame-du-Bourg, l'arthrose ainsi définie atteint 4,6% des coudes.

e) Arthrose définie sur éburnation ou association (Waldron 1992b)

Le diagnostic d'arthrose est posé sur la présence d'éburnation quand elle existe ou sur l'association d'au moins deux des cinq signes proposés (ostéophytes, piquetage de la surface, déformation du contour articulaire et formation osseuse sur la surface articulaire). En pratique, son auteur reconnaît que les éburnations représentent la quasi-totalité des diagnostics posés, revenant à la méthode 4.

f) arthrose étudiée par des sommes de scores (Walker & Hollimon 1989)

Un score global est calculé en divisant la somme des atteintes selon une échelle de gravité pré-déterminée par le nombre des surfaces articulaires étudiées.

g) Arthrose définie sur une échelle unique mélangeant les différents signes (Casas, Crubézy *et al.* 1986 ; Crubézy, Goulet *et al.* 2002)

#### Discussion et choix d'une méthodologie

La méthodologie a) nous semble exagérée et peu défendable, sauf à abandonner le terme d'arthrose pour utiliser le concept plus vague de lésions osseuses aspécifiques. L'option c) apparaît comme peu claire et très sujette à des interprétations différentes. D'autre part, cette technique éliminant de fait l'ostéophyte du diagnostic d'arthrose, nous préférons l'écarter. La méthode d) a l'avantage d'une très grande reproductibilité mais là aussi, il ne s'agit certainement pas de toute l'arthrose qui est pris en compte mais d'un syndrome beaucoup plus restreint de contact osseux. De plus, cette méthode a été assez peu utilisée, les

comparaisons avec d'autres publications sont très limitées. La méthode e) a été largement utilisée dans diverses publications britanniques sur l'arthrose. Mais comme la définition d), elle est sujette à caution et permet encore moins qu'elle des comparaisons avec d'autres études. Dans la méthode f) il n'est pas fait de diagnostic d'arthrose articulation par articulation, seulement une moyenne difficile à analyser. Cette moyenne est d'autre part contestable puisque l'échelle de scores mélange arbitrairement les différents signes. Bridges (1993) a montré les dangers d'une telle méthode. Dans l'option g) Le diagnostic est acquis à partir d'une certaine gravité des critères. En pratique, le diagnostic est assez proche de la technique b), mais il est impossible d'étudier séparément les différentes atteintes et donc de comparer avec d'autres méthodes.

Nous choisirons donc la méthodologie b), peut-être un peu trop large bien que nous ayons essayé de préciser les signes ambigus, comme sur la surface articulaire. Cette méthode possède l'avantage d'avoir été largement utilisée et d'être assez clairement définie. Sauf indication contraire les prévalences d'arthrose qui apparaîtront dans ce travail seront donc définies selon cette méthodologie. Une difficulté sera de pouvoir éliminer les formes d'hyperostose car des ostéophytes péri-articulaires d'hyperostose pourront être assimilés à de l'arthrose. Une attention particulière a été portée sur les individus suspects de maladie hyperostosante (voir page 105). Sur ces 36 individus, le diagnostic d'arthrose du coude a porté uniquement sur les ostéophytes dans 15 coudes sur 43 (35%). Nous avons préféré maintenir ces coudes dans l'étude pour trois raisons : les doutes subsistants sur la validité du diagnostic d'hyperostose ainsi posé, le nombre restreint de coudes posant problème (3% sur l'ensemble) et le peu d'études réalisées avec un tel protocole. Contrairement à ce choix, une étude récente (Crubézy, Goulet *et al.* 2002) a préféré éliminer du diagnostic d'arthrose des individus suspects d'hyperostose, nous ne pourrions donc l'inclure dans les échantillons de comparaison.

Le grand nombre de surfaces articulaires étudiées à Notre-Dame-du-Bourg n'est pas compatible avec une étude radiologique de grande échelle (pour éliminer des arthroses post-fracturaires), un diagnostic microscopique (pour éliminer des affections microcristallines), ni même avec une analyse macroscopique complète des types d'ostéophytes ou de l'altération de la surface articulaire. Les résultats présentés ne constituent donc qu'un dépistage ostéoscopique. Des diagnostics différentiels peuvent être discutés dans certains cas, hormis la maladie hyperostosante qui vient d'être discutée. La très faible prévalence des autres diagnostics différentiels de devrait pas perturber significativement les prévalences d'arthrose dans un échantillon vaste.

### **Méthode employée pour le diagnostic d'arthrose :**

Une articulation sera considérée comme arthrosique si elle présente au moins un de ces 3 signes :

- ostéophytes d'au moins 2mm de long
- altération de la surface articulaire découvrant l'os spongieux sous-jacent
- éburnation

Pour chaque articulation, une prévalence globale de la présence d'arthrose dans une articulation sera proposée ( = nombre d'articulations avec au moins un signe significatif d'arthrose / nombre d'articulations étudiées). La prévalence de chacun des trois signes sera également indiquée.

Les comparaisons avec d'autres études seront limitées à celles utilisant un protocole identique au nôtre ou dont les résultats peuvent être calculés (comme les études Inoue, Hukuda *et al.* 2001 ou Rogers, Shepstone *et al.* 2004).

La variabilité intra et inter-observateur est une autre difficulté du diagnostic d'arthrose. Crubézy (2002) estime à 10% la variabilité intra-observateur et 20% la variabilité inter-observateur. La variabilité intra-observateur a été testée pour le genou et le coude (tableau 20). La variabilité intra-observateur sur le diagnostic total est assez élevée, à 14,8%, également répartie entre les deux localisations. C'est une valeur un peu plus importante que celle proposée par Crubézy (2002). Elle engage à la prudence sur les comparaisons entre échantillons et auteurs différents. Ce problème de la variabilité intra- et inter-observateur dans la cotation est récurrent dans les études sur l'arthrose (Waldron & Rogers 1991). Les différences diagnostiques sur les ostéophytes et l'altération de la surface articulaire sont de valeurs comparables. L'éburnation par contre possède une excellente reproductibilité. Notons que malgré une sensibilité diagnostique contestable de la méthode utilisée, c'est avec l'étude ne prenant en compte que les éburnations (Inoue, Hukuda *et al.* 2001) que la comparaison est sans doute la plus fiable. Les taux d'éburnations devraient probablement figurer dans toutes les études sur l'arthrose, quelque soit la méthodologie choisie (Rogers, Shepstone *et al.* 2004).

	Coude		Genou		Total	
	Nombre d'observations	Différences de diagnostic	Nombre d'observations	Différences de diagnostic	Nombre d'observations	Différences de diagnostic
<b>Ostéophytes</b>	204	13 (6,4%)	149	12 (8,1%)	353	25 (7,1%)
<b>Altération de la surface articulaire</b>	204	13 (6,4%)	148	6 (4,1%)	352	19 (5,4%)
<b>Éburnation</b>	204	0 (0%)	143	1 (0,7%)	347	1 (0,3%)
<b>Total diagnostic</b>	68	10 (14,7%)	67	10 (14,9%)	135	20 14,8%

tableau 20: variabilité intra-observateur du recueil d'arthrose

Le relevé des signes des différentes arthroses a été réalisé par nous-même.

#### 4- L'Arthrose du coude

L'arthrose du coude est peu étudiée en médecine contemporaine, sans doute à cause de sa rareté clinique (Ruelle, Dubois *et al.* 1965 ; Goodfellow & Bullough 1967 ; Doherty & Preston 1989 ; McAuliffe & Miller 2000). Plus que les autres localisations d'arthrose, l'arthrose du coude semble liée à l'activité. Son interprétation dans les populations disparues est donc particulièrement discutée. Elle a pu apparaître comme un marqueur osseux d'activité.

Le but de l'étude était de déterminer (i) la topographie et la valeur diagnostique des différents types d'atteinte de l'arthrose (ii) une séquence évolutive individuelle de l'atteinte d'arthrose (iii) l'interprétation des différences entre les populations et les époques (iv) la signification de son taux de prévalence.

#### Particularités médicales de l'arthrose du coude :

Les signes cliniques sont inhabituels pour une arthrose : la douleur est absente dans 2 cas sur 3 (peut-être parce qu'il ne s'agit pas d'une articulation porteuse). La limitation des mouvements est le signe le plus fréquent. La compression du nerf ulnaire est fréquente (15,5% des cas d'après Ravault, Pommeteau *et al.* 1958).

La lecture des examens radiologiques est rendue difficile par les superpositions osseuses. Les signes sont classiques : pincement de l'interligne ( 45% des cas), ostéocondensation de

l'os sous-chondral (40%), géodes (20%), ostéophytes (tête radiale, 67% et processus coronoïde, 80%).

L'épidémiologie et les étiologies possèdent des particularités :

- Sexe : 83,5 % des atteintes chez les hommes, 16,5% chez les femmes d'après Ruelle, Dubois *et al* (1965).
- Âge : comme toutes les arthroses, l'arthrose du coude augmente en fréquence avec l'âge. Mais Goodfellow & Bullough (1967) décrivent des atteintes débutantes dès l'âge de 20 ans, et Jurmain (1991) la considère comme l'atteinte arthrosique la moins sensible à l'âge.
- Côté : Aucune atteinte sur un côté préférentiel ne se dégage (Doherty & Preston 1989 ; Jurmain 1990).
- Antécédents : fracture du coude retrouvée dans 15,5% des cas (Ruelle, Dubois *et al.* 1965).
- Activité : une des rares causes reconnues d'arthrose primitive du coude sont les micro-traumatismes d'origine professionnelle comme l'utilisation de marteaux pneumatiques ou autres engins vibrants et chez les fondeurs. Les conclusions des études épidémiologiques sur les effets de ces engins sont pourtant peu claires et parfois contradictoires (Ravault, Pommeteau *et al.* 1958 ; Roche, Maitrepaire *et al.* 1961 ; Ruelle, Dubois *et al.* 1965). Il semble bien cependant que l'arthrose du coude soit plus sensible à l'activité que les autres localisations arthrosiques (Mintz & Fraga 1973 ; Jurmain 1980 ; 1991), mais les circonstances exactes favorisant sa survenue et le rôle des micro-traumatismes ne sont pas parfaitement éclaircis.

#### **Matériel et méthode :**

Au sein de l'échantillon de la nécropole de Notre-Dame-du-Bourg, nous avons gardé les os formant des coudes complets appartenant à des individus adultes (épiphyses du coude toutes fusionnées, soit plus de 17 ans). Au total, 505 coudes sont sélectionnés, dont 372 sont appariés (coudes droit et gauche de 186 individus).

La méthode de diagnostic d'arthrose est définie plus haut (page 58). Le recueil des données a été effectué par nous-même.

#### **Topographie précise des différents sites osseux atteints par l'arthrose du coude :**

Les différents sites osseux étudiés sont réunis en unités articulaires fonctionnelles (tableau 21).

		arthrose		corrélation avec score final d'arthrose	
		N	%		
Articulation huméro- radiale (H-R)		Ostéphytes	32	5,8%	0,50
		Surface articulaire	50	9,1%	0,61
		Éburnation	18	3,3%	0,30
		<b>Arthrose H-R</b>	<b>69</b>	<b>12,6%</b>	<b>0,71</b>
Articulation huméro- ulnaire (H-U)	Trochlée latérale (TL)	Ostéphytes	57	10,4%	0,55
		Surface articulaire	21	3,8%	0,38
		Éburnation	7	1,3%	0,16
		<b>Arthrose TL</b>	<b>76</b>	<b>13,9%</b>	<b>0,67</b>
	Trochlée médiale ( TM )	Ostéphytes	68	12,4%	0,59
		Surface articulaire	22	4,0%	0,36
		Éburnation	3	0,5%	0,10
		<b>Arthrose TM</b>	<b>86</b>	<b>15,7%</b>	<b>0,68</b>
	<b>Arthrose H-U</b>		<b>121</b>	<b>22,1%</b>	<b>0,78</b>
	Articulation radio- ulnaire (R-U)		Ostéphytes	34	6,2%
Surface articulaire			18	3,3%	0,44
Éburnation			0	0,0%	-
<b>Arthrose R-U</b>			<b>49</b>	<b>8,9%</b>	<b>0,64</b>
Total des ostéophytes		99	18,1%	0,65	
Total des atteintes des surfaces articulaires		85	15,5%	0,82	
Total des atteintes de éburnations		25	4,6%	0,36	
<b>Arthrose total</b>		<b>151</b>	<b>27,6%</b>	<b>1,00</b>	

tableau 21 : détail de la topographie de l'arthrose selon les unités articulaires du coude à Notre-Dame-du-Bourg (sur 548 coudes examinés)

C'est l'altération de la surface articulaire (18,5%) qui est le signe d'arthrose le plus courant, mais par un écart non significatif avec la production d'ostéophytes (15,4%).

Des trois types de signes recherchés, c'est de loin le recueil des atteintes de la surface articulaire qui possède le meilleur coefficient de corrélation avec le diagnostic final d'arthrose (0,82). Sans doute est-ce le reflet d'un bon compromis entre une meilleure spécificité que les ostéophytes (corrélation = 0,65) et une plus grande sensibilité que l'éburnation (corrélation = 0,36). Bien que l'altération de la surface articulaire soit le signe le moins standardisé et le plus sujet à variation, la pratique en fait le meilleur argument diagnostique.

Si l'éburnation est suffisante au diagnostic, elle n'est en aucun cas nécessaire : sur les 16 coudes présentant une éburnation, tous avaient également d'autres signes suffisants pour le diagnostic. L'éburnation par sa spécificité quasiment parfaite est un signe pathognomonique de l'arthrose, mais sa rareté n'en fait qu'un signe accessoire, voire inutile au diagnostic.

### Topographie évolutive de l'arthrose du coude

Nous avons cherché à déterminer si le type d'atteinte arthrosique (ostéophyte ou altération de la surface articulaire) variait en fonction de l'intensité et de l'ancienneté de l'atteinte. Ortner & Putschar (1981) suggèrent que l'arthrose débute surtout par une atteinte ostéophytique et que les autres signes touchant la surface articulaire surviendraient secondairement.

Nous avons cherché à isoler les sites et les types de modifications préférentiellement atteints au début de l'arthrose. Pour chacune des quatre unités articulaires du coude, nous avons coté de 0 à 3 l'intensité de l'atteinte des ostéophytes et de l'atteinte de la surface articulaire. L'éburnation est incluse dans les signes de surface articulaire (sa présence donne automatiquement une valeur 3 à la cotation de la surface articulaire). Avec ce type de calcul, il est possible de distinguer les coudes peu atteints (somme des cotations basse) des coudes lourdement altérés (somme des cotations élevée). Nous avons séparé les coudes en 5 groupes d'évolution arthrosique croissante (tableau 22). Dans chacun des groupes, la proportion respective des trois signes d'arthrose est calculée.

	Groupe 1 : somme =0 <b>Pas d'atteinte</b>	Groupe 2 : somme = 1 ou 2 <b>Arthrose très faible</b>		Groupe 3 : somme = 3 à 5 <b>Arthrose faible</b>		Groupe 4 : somme = 6 à 10 <b>Arthrose marquée</b>		Groupe 5 : somme >10 <b>Arthrose forte</b>	
		<b>Somme</b>	<b>%</b>	<b>Somme</b>	<b>%</b>	<b>Somme</b>	<b>%</b>	<b>Somme</b>	<b>%</b>
Ostéophytes	0	144	59,8%	358	64,3%	393	52,1%	259	53%
Surface articulaire et éburnation	0	97	40,2%	199	35,7%	361	47,9%	230	47%
<b>Effectifs</b>	<b>105</b>	<b>159</b>		<b>144</b>		<b>103</b>		<b>37</b>	

tableau 22 : types d'atteinte en fonction des stades d'évolution de l'arthrose du coude

La méthode choisie permet pour l'ensemble des 548 coudes étudiés de suivre les lésions osseuses dès les tous premiers signes de dégénérescence articulaire.

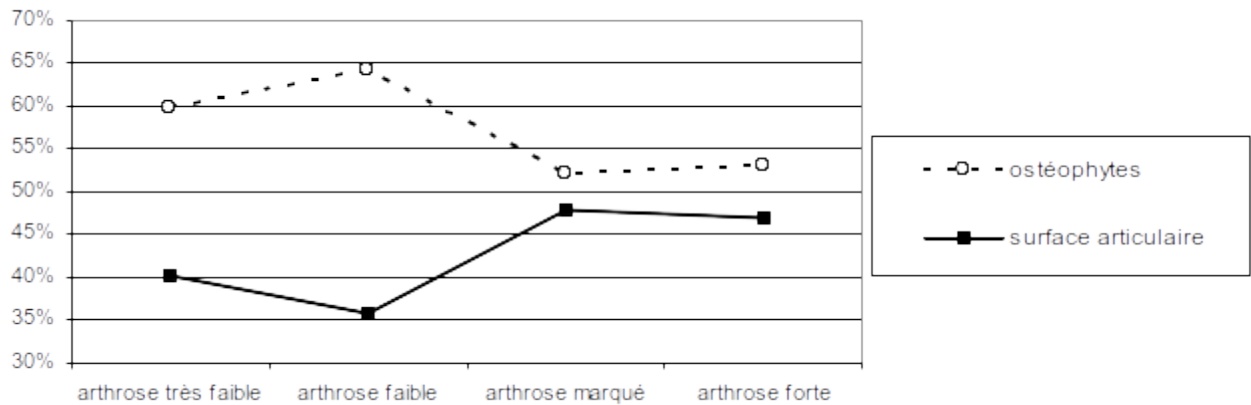


Figure 3 : fréquence des différents types d'atteintes selon l'évolution de l'arthrose

Les ostéophytes restent toujours le signe majoritaire, mais leur proportion relative diminue entre les coudes présentant une atteinte faible et ceux présentant une atteinte plus marquée (figure 3). Cette variation est statistiquement significative au test du  $\chi^2$  ( $p=2,5.10^{-6}$ ). Comme Ortner & Putschar (1981) le proposent, les ostéophytes semblent donc bien plus présents en début d'atteinte arthrosique. La proportion de l'altération de la surface articulaire augmente avec l'aggravation de l'arthrose. Mais il faut remarquer qu'aucun de ces deux signes ne sont spécifiques d'un degré d'atteinte puisque d'une part, dès les atteintes les plus discrètes, l'altération de la surface articulaire est déjà présente dans 40,2%, d'autre part si les différences de proportion sont significatives, elles ne varient que d'environ 10%.

## Épidémiologie de l'arthrose du coude

### Résultats généraux

Sur les 548 coudes examinés, 149 (27,2%) ont révélé des signes d'arthrose d'après la méthode de diagnostic choisie. Sur les 186 individus dont sont conservés les deux coudes complets, 65 d'entre eux (34,9%) ont au moins un coude arthrosique et 26 (14%) ont les deux coudes atteints.



		N	Arthrose		Stat
			n	%	
Total		548	149	(27,2%)	
Côté	Droit	276	72	(26,1%)	NS
	Gauche	271	77	(28,4%)	
Sexe	Hommes	253	85	(33,6%)	S
	Femmes	218	47	(21,6%)	
Age	Plus de 50 ans	130	52	(40,0%)	TS
	Moins de 50 ans	271	51	(18,8%)	
	Moins de 30 ans	69	9	(13,0%)	TS
	Plus de 30 ans	255	92	(36,1%)	
Périodes	3A	236	51	(21,6%)	S
	4	236	79	(33,5%)	
Périodes et sexes	Hommes 3A	114	30	(26,3%)	S
	Hommes 4	104	44	(42,3%)	
	Femmes 3A	91	17	(18,7%)	NS
	Femmes 4	106	23	(21,7%)	
	Hommes 3A	114	30	(26,3%)	NS
	Femmes 3A	91	17	(18,7%)	
	Hommes 4	104	44	(42,3%)	S
	Femmes 4	106	23	(21,7%)	
Hommes	Hommes de moins de 50 ans 3A	57	7	(12,3%)	S <sup>1</sup>
	Hommes de moins de 50 ans 4	46	13	(28,3%)	
	Hommes de plus de 50 ans 3A	37	17	(45,9%)	NS <sup>1</sup>
	Hommes de plus de 50 ans 4	38	20	(52,6%)	
Femmes	Femmes de moins de 50 ans 3A	55	8	(14,5%)	NS
	Femmes de moins de 50 ans 4	63	11	(17,5%)	
	Femmes de plus de 50 ans 3A	12	3		NS <sup>1</sup>
	Femmes de plus de 50 ans 4	18	3		

tableau 23 : prévalence de l'arthrose du coude à Notre-Dame-du-Bourg : Le test statistique utilisé est le khi<sup>2</sup>, sauf <sup>1</sup> avec le test exact de Fisher. NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001),

Selon le côté :

On ne peut mettre en évidence un côté préférentiellement atteint par l'arthrose du coude. Malgré la latéralisation à droite de 90% des humains, l'activité de force des membres supérieurs est rarement asymétrique. La latéralité se manifeste surtout dans les mouvements fins et précis de la main. Les résultats des autres auteurs confirment le plus souvent cette absence de différence entre les côtés dans des échantillons variés (Jurmain 1977b ; 1990 ; Bridges 1991). Seuls les mélanodermes de la Terry Collection ont une latéralisation droite préférentielle pour l'arthrose du coude (Jurmain 1977b).

Selon le sexe :

La différence d'atteinte d'arthrose du coude entre les sexes n'est pas significative pour la période « 3A ». Dans la plupart des études sur des séries archéologiques, radiologiques ou médicales, l'arthrose n'apparaît pas significativement liée à un sexe, même chez des chasseurs-cueilleurs (Heine 1926 ; Soila & Pyykönen 1960 ; Jurmain 1977b ; Merbs 1983 ; Bridges 1991). Dans la période pré-moderne (« 4 ») en revanche, les hommes sont significativement plus atteints que les femmes. Cette différence est surtout marquée pour les individus de plus de 50 ans, mais même chez les plus jeunes, la prévalence double entre les hommes et les femmes. C'est bien la population masculine qui voit sa proportion d'arthrose augmenter entre les périodes « 3A » et « 4 ». Les femmes gardent au contraire un taux quasi-constant (tableau 23). Ce point est discuté plus loin (page 68).

Selon l'âge :

L'âge est évidemment un facteur primordial dans l'arthrose puisqu'il s'agit d'une affection dégénérative. Mais Jurmain (1991) considère le coude comme la localisation arthrosique la moins sensible à l'âge.

L'arthrose du coude n'est pas rare chez les individus de moins de 50 ans puisqu'elle atteint une personne sur 6. De même, chez les moins de 30 ans, 9 coudes possèdent des lésions d'arthrose (13%). Cette précocité des atteintes est déjà relevée par Goodfellow & Bullough (1967) qui observent des dégénérescences du cartilage des têtes humérales dès 18 ans. Dans la population étudiée nous n'avons relevé aucune arthrose sur 21 individus n'ayant pas encore soudé leurs ailes iliaques (âge entre 15 et 25 ans).

Selon l'époque :

Les individus de la période pré-moderne (« 4 ») ont significativement plus d'arthrose que leurs prédécesseurs médiévaux de la période « 3A ». Cette augmentation de la prévalence d'arthrose entre les deux périodes concerne les hommes mais pas du tout les femmes (tableau 23). En comparant les populations des hommes de moins de 50 ans, la différence est significative entre les deux périodes au test exact de Fisher. Il ne s'agit donc pas seulement d'un effet de la surreprésentation masculine chez les plus âgés ni d'une confusion avec la maladie hyperostotante. L'interprétation d'une telle différence est délicate et doit être discutée conjointement avec la différence sexuelle (page 68).

Sur 563 squelettes britanniques Rogers, Shepstone *et al.* (2004) trouvent également une augmentation significative de l'arthrose du coude après 1500 après J.-C. Comme à Notre-Dame-du-Bourg, c'est la seule localisation d'arthrose pour laquelle cet auteur constate une différence diachronique (cette étude n'est pas incluse dans le tableau de comparaison en raison d'un protocole d'étude trop différent du nôtre).

Dans ce genre de comparaison diachronique, il faut être particulièrement vigilant à ce que n'interfère pas un biais lié à l'âge. Comme dans toute affection dégénérative, un échantillon plus âgé qu'un autre aura tendance à avoir plus d'atteinte (Bridges 1991). Ce biais est bien neutralisé dans l'étude de Notre-Dame-du-Bourg puisqu'il s'agit surtout des individus de moins de 50 ans qui ont une prévalence différente.

### **Comparaisons avec d'autres études**

Les comparaisons ne sont proposées que pour des études qui suivent protocole d'étude proche du nôtre. Nous avons comparé une série d'échantillons publiés avec les deux séries de Notre-Dame-du-Bourg (NDB « 3A » et « 4 »). En raison du faible effectif des éburnations, certains tests  $\chi^2$  n'ont pas été possibles.

Il existe un biais méthodologique pour les comparaisons entre des groupes très différents : il n'est en effet pas licite de comparer un groupe d'agriculteurs du Moyen Âge dont beaucoup d'individus vivaient assez vieux (38% des adultes dont l'âge a pu être déterminé ont plus de 50 ans) avec des populations à la durée de vie sans doute moins longue. Pour les populations à la longévité probablement faible (chasseurs-cueilleurs préhistoriques ou arctiques), les comparaisons ont été faites avec la population de Notre-Dame-du-Bourg en se limitant aux personnes de moins de 50 ans (quand les âges étaient indiqués). Les hommes de la période « 4 » de Notre-Dame-du-Bourg présentant un taux d'arthrose important, nous les avons comparé à des hommes des groupes chasseurs-cueilleurs.

échantillons	N	Arthrose	NDB 3A		NDB 4	NDB 4 (-50 ans)	NDB Hommes 4 (-50 ans)
			NDB 3A	(-50 ans)			
Notre-Dame-du-Bourg, par individu <sup>1</sup>			30,1% (28/93)		42% (29/69)		
Notre-Dame-du-Bourg, par coude <sup>2</sup>			21,6% (51/236)	13,2% (16/121)	33,5% (79/236)	21,8% (24/110)	28,3% (13/46)
Notre-Dame-du-Bourg, par individu, sur éburnation <sup>3</sup>			4,3% (4/93)		13% (9/69)	10,8% (4/37)	
Notre-Dame-du-Bourg, par coude, sur éburnation <sup>4</sup>			1,7% (4/236)		7,2% (17/236)	6,4% (7/110)	
Fréjus 1 <sup>er</sup> -2 <sup>ème</sup> siècle après J.-C. (Bérato, Dutour <i>et al.</i> 1990)	34	8,8%	NS <sup>2</sup>		TS <sup>2</sup>		
Britanniques pré-médiévaux (Waldron 1995)	206	2,1%	* <sup>3</sup>		* <sup>3</sup>		
Hongrois, 10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Pálfi 1992)	152	6,6%	TS <sup>2</sup>		TS <sup>2</sup>		
Britanniques, 11 <sup>e</sup> au 16 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Waldron 1995)	1453	2,1%	* <sup>3</sup>		*		
Britanniques 17 <sup>e</sup> à début 19 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Waldron 1995)	976	2,6%	* <sup>3</sup>		NS <sup>3</sup>		
Peste noire, Londres 1350 (Waldron 1992b)	99	2%	* <sup>3</sup>		* <sup>3</sup>		
Londoniens, Spitalfields 1729-1852 (Waldron 1993a)	487	1,8%	NS <sup>3</sup>		* <sup>3</sup>		
États-uniens leucodermes, 20e siècle (Jurmain 1977b)	425	14,1%	S <sup>2</sup>		TS <sup>2</sup>		
Allemands, 20e siècle (Heine 1926)	995	26,4%	NS <sup>1</sup>		S <sup>1</sup>		
Finlandais contemporains hors pathologie rhumatismale, sur radiologies (Soila & Pyykönen 1960)	184	17,9%	NS <sup>2</sup>		TS <sup>2</sup>		
États-uniens mélanodermes 20e siècle (Jurmain 1977b)	449	20,3%	NS <sup>2</sup>		TS <sup>2</sup>		
Chasseurs-cueilleurs asiatiques -3000 avant J.-C. à 1900 après J.-C. (Inoue, Hukuda <i>et al.</i> 2001)	315	8,6%	TS <sup>4</sup>		NS <sup>4</sup>	NS <sup>4</sup>	
Agriculteurs asiatiques -5000 avant J.-C. à 1870 après J.-C. (Inoue, Hukuda <i>et al.</i> 2001)	325	0,6%	* <sup>4</sup>		TS <sup>4</sup>		
Inuits, 1000 avant J.-C. (Jurmain 1977b)	196	40,3%	TS <sup>2</sup>	TS <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>
Inuits Sadlermiut modernes (Merbs 1983)	170	32,9%	S <sup>2</sup>	TS <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>
Chasseurs-cueilleurs Mississipi, -6000 à -1000 avant J.-C. (Bridges 1991)	126	46,0%	TS <sup>2</sup>	TS <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	TS <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>
Agriculteurs californiens 1500 à 1100 avant J.-C. (Jurmain 1980)	268	5,2%	TS <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	TS <sup>2</sup>	TS <sup>2</sup>	
Agriculteurs Mississipi, Moyen Âge (Bridges 1991)	114	26,3%	NS <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>
Agriculteurs Amérindiens Pecos, 12e siècle après J.-C. (Jurmain 1977b)	281	14,6%	S <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>	TS <sup>2</sup>	NS <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>

tableau 24 : comparaison des prévalences d'arthrose du coude entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. Le test statistique utilisé est le khi<sup>2</sup>. NS=non significatif (p>0,05) S = significatif (p<0,05) TS = très significatif (p<0,001), \* : test impossible en raison d'un effectif trop faible. Le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg avec lequel est réalisé le test.

Les comparaisons avec les autres études paléopathologiques sont différentes suivant l'une ou l'autre des deux périodes de Notre-Dame-du-Bourg.

Le taux d'atteinte de la période « 3A » s'apparente à celui des populations agricoles ou contemporaines.

### **Discussion sur la différence diachronique de l'arthrose du coude chez les hommes.**

L'augmentation de l'arthrose du coude est significative entre les hommes de la période médiévale et ceux de la période pré-moderne où elle atteint les fréquences très élevées de certains groupes d'Inuits (Merbs 1983).

A part l'activité (facteur particulièrement important dans ce type d'arthrose), aucune autre modification dans la pathogénie de l'arthrose du coude ne semble convenir pour expliquer cette différence. La stabilité de l'atteinte des femmes rend improbable l'hypothèse d'une modification radicale du pool génétique. Au vu des connaissances médicales sur l'arthrose du coude, il faut donc garder l'hypothèse d'une augmentation de sa prévalence due à une modification de l'activité physique masculine du membre supérieur. Il ne nous est pas possible de définir plus précisément cette modification d'activité.

### **Signification du taux de prévalence (Debono, Mafart *et al.* 2004b)**

La plupart des études sur le squelette appendiculaire des populations anciennes retrouve un taux élevé d'arthrose du coude. C'est fréquemment l'articulation la plus touchée en fréquence, devant le genou, l'épaule et la hanche (Bridges 1993 ; Brasili, Facchini *et al.* 1997). Cette forte incidence contraste avec la grande rareté de la forme clinique de cette affection en rhumatologie contemporaine (0,56% pour Ruelle, Dubois *et al.* 1965 et 1,6% pour Cushnaghan & Dieppe 1991).

Beaucoup d'auteurs expliquent cette différence par la vie supposée beaucoup plus rude dans les populations étudiées que dans nos sociétés automatisées. Ils pré-supposent que l'arthrose est un marqueur d'hyperactivité physique. Une autre hypothèse est de supposer que l'affection est toujours bien présente mais que son incidence est très sous-estimée en raison de l'absence de manifestation clinique détectable.

#### Hypothèse 1 : l'activité différente

Les modes de vie ont profondément changé depuis la révolution industrielle. Les travaux d'ethnologues nous renseignent sur le type d'activités manuelles des sociétés traditionnelles

(Leroi-Gourhan 1971). Mais les conséquences sur l'organisme de ces modes de vie ne sont que mal connues. Il faut rester encore plus prudent quand il s'agit de populations disparues dont les activités quotidiennes restent hypothétiques (Jurmain 1990). Certaines activités de labour par pression du membre supérieur sur un araire ou une herse attelée cahotante pourraient présenter une analogie avec le travail sur marteaux pneumatiques modernes qui a été mis en cause dans la survenue d'arthrose du coude professionnelle. Pour d'autres activités aussi : une étude chez des potiers marocains (Laraoui, Caubet *et al.* 2000) travaillant suivant des techniques traditionnelles retrouve un taux non négligeable d'arthrose du coude (33 sur 290, soit 11,4%).

La plupart des auteurs (Ortner 1968 ; Bérato, Dutour *et al.* 1990 ; Pálfi 1997 ; Capasso, Kennedy *et al.* 1999 ; Crubézy, Goulet *et al.* 2002) choisissent ainsi d'expliquer les prévalences d'arthrose du coude élevées par une activité manuelle intense.

#### Hypothèse 2 : l'arthrose de coude méconnue

Une autre possibilité est envisageable : l'affection osseuse serait toujours présente mais son incidence resterait méconnue. Ce point de vue a été récemment soutenu (Debono, Mafart *et al.* 2004b ; Rogers, Shepstone *et al.* 2004).

Se pose ici le problème de la corrélation anatomo-radio-clinique qui sera discutée plus loin (page 100). L'arthrose est en effet définie de façon très différente par le clinicien, le radiologue, l'anatomo-pathologiste et le paléopathologiste. Les diagnostics risquent de ne pas coïncider parfaitement.

Dans la pratique médicale, le clinicien évoquera l'arthrose du coude sur la douleur de son patient. Or les études sur l'arthrose du coude (Ravault, Pommeteau *et al.* 1958 ; Ruelle, Dubois *et al.* 1965 ; Mintz & Fraga 1973 ; Doherty & Preston 1989) montrent que les douleurs sont rares, le tableau clinique étant dominé par des limitations d'amplitude du coude voire des paralysies ulnaires dans les cas sévères (Ravault, Pommeteau *et al.* 1958). Ces signes peuvent être largement méconnus, surtout chez des personnes âgées, à mobilité déjà réduite.

Le paléopathologiste lui, diagnostiquera l'arthrose sur d'autres signes : ostéophytes, altération de la surface articulaire et éburnation. Seuls les ostéophytes font donc le lien avec l'arthrose radio-clinique, et il est connu que ce signe est peu spécifique.

Une arthrose très invalidante aura peut-être une expression osseuse minimale (cas fréquent des arthroses de hanche). Alors qu'un squelette pourra révéler des signes arthrosiques importants sans peut-être que son propriétaire en ait été très gêné. Roche, Maitrepaire *et al.*

(1961) nous rappellent que « cette discordance radio-clinique est d'ailleurs habituelle dans l'arthrose du coude ».

Certains travaux modernes vont dans ce sens : Heine (1926) retrouve l'arthrose du coude chez 26,4% des 995 cadavres d'Allemands d'une société moderne déjà très industrialisée. Soila & Pyykönen (1960) à partir de 5227 observations radiologiques, diagnostiquent l'arthrose du coude chez 29% des individus de plus de 50 ans, et 17% entre 40 et 50 ans.

D'autre part les paralysies ulnaires, fréquentes chez certains vieillards, s'expliquent le plus souvent par des ostéophytes de la région épitrochléenne, sans association avec des douleurs du coude (Ravault, Pometeau *et al.* 1958).

L'arthrose du coude anatomique apparaît nettement moins rare que sa manifestation clinique. De nombreux éléments laissent supposer que sa fréquence est encore élevée de nos jours malgré une méconnaissance liée à l'absence de douleurs. Insistons sur le fait que seule la comparaison des différences de taux entre les études cliniques et ostéoscopiques nous apparaît illégitime. Les variations de taux entre les populations archéologiques ont par contre une signification qu'il convient d'étudier.

## **5- l'Arthrose du genou (gonarthrose)**

L'arthrose du genou (ou gonarthrose) est une pathologie souvent rencontrée en médecine rhumatologique. La littérature abondante la concernant est le reflet de sa fréquence et de son caractère invalidant (Vignon 1978 ; Simon, Blotman *et al.* 1980 ; Ryckewaert 1987 ; Gerster & Van Linthoudt 2000 ; Jamard, Verrouil *et al.* 2000).

### **Particularité médicale de la gonarthrose**

Anatomo-Pathologie :

Le genou renferme en fait deux articulations : l'articulation fémoro-patellaire (entre le fémur et la patella) et l'articulation fémoro-tibiale (entre les condyles fémoraux et la surface articulaire proximale du tibia). Toutes deux peuvent être atteintes séparément par l'arthrose mais le plus souvent, les lésions sont étendues à l'ensemble du genou (photographie 4).

#### **a) Arthrose fémoro-patellaire (Ryckewaert 1987)**

Très fréquente après 40 ans, elle toucherait la totalité des femmes et 40 % des hommes après 70 ans (Soila & Pyykönen 1960 ; Jamard, Verrouil *et al.* 2000). Sa localisation est habituellement bilatérale et symétrique.

Le rôle de l'obésité est important chez la femme mais pas ou peu chez l'homme (Massé, Glimet *et al.* 1988). D'autres facteurs étiologiques sont impliqués comme des traumatismes, micro-traumatismes et les troubles statiques axiaux.

#### b) Arthrose fémoro-tibiale (Ryckewaert 1987 ; Jamard, Verrouil *et al.* 2000)

Deux localisations existent :

La forme interne est la plus fréquente des arthroses fémoro-tibiales, elle est le plus souvent la conséquence mécanique d'un *genu varum*. L'arthrose fémoro-tibiale interne est moins liée au sexe féminin que l'arthrose fémoro-patellaire mais est plus invalidante. Le rôle de l'obésité est démontré de façon nette chez la femme mais son influence chez l'homme est moins établie (Massé, Glimet *et al.* 1988).

La forme externe est moins fréquente que l'interne. Elle est habituellement la conséquence mécanique d'un *genu valgum*.

Les études sur pièces anatomiques montrent une fréquence de l'atteinte fémoro-tibiale importante après 50 ans, supérieure à la prévalence clinique (Heine 1926). Un grand nombre d'arthroses anatomiques de l'articulation fémoro-tibiale ne sont donc probablement pas symptomatiques (Mitrovic, Borda-Iriarte *et al.* 1989). Cette dissociation anatomo-clinique rejoint celle évoquée plus haut sur l'arthrose du coude. Dans plus de la moitié des cas, l'arthrose est mixte et s'étend dans au moins 2 compartiments.

De nombreuses études cliniques et paléopathologiques ignorent cette différenciation et considère l'arthrose du genou comme une entité unique et présentent des résultats globaux.

Sémiologie :

La sémiologie médicale est celle de toutes les arthroses avec des douleurs mécaniques disparaissant au repos sur une articulation non inflammatoire. La radiographie retrouve des ostéophytes et un pincement des interlignes articulaires. La gonarthrose est habituellement bilatérale, mais les douleurs peuvent être unilatérales pendant longtemps.

Etiologie et épidémiologie : Plusieurs facteurs de risque de la gonarthrose sont identifiés (Falconnet 1985 ; Davis, Ettinger *et al.* 1988 ; Felson 1988 ; Massé, Glimet *et al.* 1988 ; Jamard, Verrouil *et al.* 2000 ; Ravaud & Dougados 2000) :



## Facteurs intrinsèques :

- Âge: dans toutes les études, la fréquence de la gonarthrose s'accroît avec l'âge.
- Sexe : les études épidémiologiques montrent une prédominance féminine après 40 ans (environ 75% des cas gonarthroses), surtout pour l'arthrose fémoro-patellaire.
- D'autres facteurs ont moins d'importance (Mitrovic, Borda-Iriarte *et al.* 1989 ; Mazières, Morlock *et al.* 1991 ; Gerster & Van Linthoudt 2000 ; Ravaud & Dougados 2000) : génétiques et ethniques, chondrocalcinose dont on ne sait si elle est cause ou conséquence de la gonarthrose, maladie hyperostosante, facteurs métaboliques comme les oestrogènes, vitamines D et C.
- Malposition articulaire : conséquence des déviations axiales du genou (*genu valgum* et *genu varum*), ou d'une malposition patellaire. Le déséquilibre de l'articulation aboutit à des contraintes mécaniques trop importantes sur un élément du genou. Le surpoids agit comme un facteur aggravant.
- Obésité : La surcharge pondérale est le premier facteur de risque de la gonarthrose chez la femme et le deuxième chez l'homme (Lawrence, Bremner *et al.* 1966 ; Felson 1988 ; Massé, Glimet *et al.* 1988 ; Ravaud & Dougados 2000). L'obésité est un facteur de risque ayant plus d'influence chez la femme que chez l'homme (Leach, Baumgard *et al.* 1973 ; Davis, Ettinger *et al.* 1988), peut-être à cause de facteurs traumatiques plus présents chez les hommes, ou de facteurs endocriniens mal connus (Felson 1988).

## Facteurs extrinsèques :

- Traumatismes articulaires : surtout lésions des ménisques et des ligaments croisés.
- Méniscectomie : étiologie fréquente actuellement, bien entendu inexistante en paléopathologie.
- Activité professionnelle : concerne surtout les travailleurs devant porter des charges lourdes, s'agenouiller ou s'accroupir (Felson 1988 ; Vingård, Alfredsson *et al.* 1991). Par contre, aucune influence n'a été observée pour des activités légères et modérées.
- Activités sportives : surtout pour certains sports agressifs sur le genou tels que le football, l'haltérophilie ou les sports de combat (Genety, Ferret *et al.* 1979 ; Felson 1988). Mais la course de fond (jogging) ne provoque pas d'augmentation de l'incidence de la gonarthrose (Lane, Bloch *et al.* 1986 ; Panush, Schmidt *et al.* 1986 ; Lane, Bloch *et al.* 1990)

### Diagnostic médical :

La prévalence de la gonarthrose varie considérablement selon la définition retenue (Jamard, Verrouil *et al.* 2000 ; Ravaud & Dougados 2000). Rare avant 30 ans, elle est très fréquente et parfois retrouvée constamment après 60 ans (Soila & Pyykönen 1960 ; Ravaud & Dougados 2000). La prévalence des lésions radiologiques est toujours beaucoup plus élevée que la prévalence des gonarthroses symptomatiques. Après 65 ans, la prévalence symptomatique est de l'ordre de 15% des femmes alors qu'elle atteint 33% voire 100% dans des études radiologiques (Soila & Pyykönen 1960 ; Ravaud & Dougados 2000). Muehleman (cité in Huch, Kuettner *et al.* 1997) montre qu'il n'y a pas de corrélation parfaite entre le diagnostic anatomo-pathologique et radiologique.

Nous souhaitons dans cette étude (i) déterminer la typologie et la topographie des lésions et son évolution historique (ii) comparer l'épidémiologie de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg avec les données contemporaines (iii) comparer avec d'autres études archéologiques.

### Matériel et méthode :

Un nombre malheureusement restreint de genoux conservés comportent les 3 os complets. La patella en particulier manque souvent. Dans certains cas, pour parvenir à une taille d'échantillon suffisante pour des tests statistiques, nous serons contraints d'étudier l'articulation que sur les deux os principaux conservés (fémur et tibia). Suivant leur pertinence, nous avons donc utilisé des échantillons différents (Tableau 25).

Os étudiables	Côté droit	Côté gauche	Total genoux	Deux genoux présents
Fémur et tibia	266	268	534 appartenant à 343 individus	191
Patella, fémur et tibia	131	130	261 appartenant à 194 individus	67

Tableau 25: effectif des genoux étudiés à Notre-Dame-du-Bourg

Le diagnostic d'arthrose suit la méthode définie plus haut (page 57) c'est-à-dire : présence sur un des os de l'articulation d'un des 3 signes d'arthrose.

### Topographie de l'atteinte gonarthrosique :

L'ostéophyte est le signe le plus répandu en atteignant 14,4% des os du genou (Tableau 26). L'éburnation est comme toujours rare, particulièrement sur la surface articulaire proximale du tibia où un seul exemple est retrouvé sur 612 tibias. Cette rareté de l'éburnation tibiale est aussi retrouvée par Inoue, Hukuda *et al.* (2001). En fait, l'éburnation ne concerne pratiquement que l'articulation fémoro-patellaire. Sur cette localisation, il n'y a pas de différence significative avec les échantillons de l'étude Inoue, Hukuda *et al.* (2001).

Os	N	Ostéophytes		Altération de la surface articulaire		Éburnation	
		+	%	+	%	+	%
<b>Fémur</b>	577	94	16,3%	52	9,0%	7	1,2%
<b>Tibia</b>	612	71	11,6%	12	2,0%	1	0,2%
<b>Patella</b>	311	51	16,4%	21	6,8%	5	1,6%
<b>Total</b>	<b>1500</b>	<b>216</b>	<b>14,4%</b>	<b>85</b>	<b>5,7%</b>	<b>13</b>	<b>0,9%</b>

Tableau 26: topographie des différentes lésions selon les os

### Topographie des gonarthroses et évolution historique :

Les atteintes de la gonarthrose sont symétriques, les différences entre les côtés n'étant pas significatives (tableau 27). Le côté pourra donc être négligé dans les comparaisons ultérieures. Le mode de diagnostic choisi pour l'arthrose (sur un signe positif dans l'articulation) fait évidemment augmenter la prévalence de l'affection quand la patella est prise en compte (tableau 27). Mais la différence n'est pas statistiquement significative. Il a été donc possible de réduire l'étude à un échantillon représenté seulement par le tibia et le fémur quand les échantillons étaient trop petits pour des comparaisons statistiques.

<b>Fémur + tibia</b>	<b>N</b>	<b>arthrose</b>	
Genou droit	266	57	21,4%
Genou gauche	268	60	22,4%
Total	534	117	21,9%
<hr/>			
<b>Fémur + tibia + patella</b>	<b>N</b>	<b>arthrose</b>	
Genou droit	131	32	24,4%
Genou gauche	130	32	24,6%
Total	<b>261</b>	<b>64</b>	<b>24,5%</b>

Tableau 27: gonarthrose suivant les côtés et suivant les échantillons de genoux choisis

L'étude topographique des atteintes arthrosiques retrouve la prédominance de l'arthrose fémoro-patellaire par rapport à l'arthrose fémoro-tibiale (tableau 28). Il n'a jamais été retrouvé conjointement une atteinte sur le tibia et la patella d'un genou sans atteinte du fémur, ce qui montre bien la séparation des 2 localisations de la gonarthrose. Les lésions étendues à l'ensemble des compartiments du genou sont nombreuses (28,1%).

Associations osseuses	Répartition des atteintes selon les associations osseuses	
Fémur seul	11	17,2%
Tibia seul	3	4,7%
Fémur + tibia uniquement	7	10,9%
Patella seule	12	18,7%
Fémur + patella uniquement	13	20,3%
Tibia + patella uniquement	0	0%
Fémur + tibia + patella	18	28,1%
<b>Total</b>	<b>64</b>	
Os	Répartition des atteintes pour chaque os	
Fémur	49	<b>76,6%</b>
Tibia	28	<b>43,7%</b>
Patella	43	<b>67,2%</b>

Tableau 28: topographie des lésions sur l'échantillon de 64 genoux complets arthrosiques

	Fémur			Tibia			Patella		
	N	Arthrose + %	Khi <sup>2</sup>	N	Arthrose + %	Khi <sup>2</sup>	N	Arthrose + %	Khi <sup>2</sup>
<b>Hommes</b>	177	39 (22.0%)	NS	195	31 (15.9%)	S	113	20 (17.7%)	NS
<b>Femmes</b>	152	25 (16.4%)		161	12 (7.5%)		82	15 (18.3%)	
<b>Période « 3A »</b>	117	23 (19,7%)	NS	117	12 (10,3%)	NS	117	21 (17,9%)	NS
<b>Période « 4 »</b>	103	18 (17,5%)		103	12 (11,7%)		103	16 (15,5%)	

Tableau 29: topographie de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg selon le sexe et la période. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ )

Les plateaux tibiaux sont plus atteints par l'arthrose chez l'homme que chez la femme ( $p<0,05$ ). Il n'existe pas de différence significative, par contre, entre les sexes pour l'atteinte des fémurs et des patellas (Tableau 29).

Aucune différence significative d'atteinte n'est observée entre les deux périodes principales étudiées à Notre-Dame-du-Bourg (Tableau 29), sur aucun des compartiments.

### Évolution historique du rapport AFP/AFT

Pour différencier l'arthrose fémoro-patellaire (AFP) de l'arthrose fémoro-tibiale (AFT), l'étude du fémur est inutile puisqu'il est concerné par ces deux types de gonarthrose. Le fémur possède effectivement des atteintes visibles dans 76,6% des genoux atteints. L'atteinte de la patella peut être considérée comme représentante de la gonarthrose fémoro-patellaire et l'atteinte du surface articulaire proximale du tibia comme celle de la gonarthrose fémoro-tibiale. Il reste 11 atteintes limitées au fémur sur 64 genoux arthrosiques (17,2%), pour ceux-ci le type précis de gonarthrose ne pourra être précisé.

L'arthrose fémoro-patellaire est l'atteinte la plus fréquente avec 67,2% des genoux atteints. L'arthrose fémoro-tibiale (43,7%) présente une prévalence significativement moins importante ( $\chi^2$ ,  $p < 0,01$ ).

Deux études proches (Rogers & Dieppe 1994 ; Waldron 1995) ont constaté sur des populations britanniques anciennes la prédominance de l'AFP sur l'AFT. Comparant ces résultats avec des études cliniques et radiologiques récentes qui montrent un rapport AFP/AFT inversé, ces auteurs concluent que l'AFT est une affection « très récente, de moins de 150 ou 100 ans », peut-être en rapport avec l'augmentation de la fréquence de l'obésité et l'absence de ménisectomie.

Le tableau 30 rassemble plusieurs études permettant de comparer le rapport AFP/AFT. Il s'agit essentiellement d'études paléopathologiques sauf une étude anatomo-pathologique (Mitrovic 1987 ; Mitrovic, Borda-Iriarte *et al.* 1989) et deux études cliniques (Falconnet 1985 ; Massé, Glimet *et al.* 1988). À l'exception de 3 échantillons, toutes les études paléopathologiques retrouvent effectivement une prédominance de l'AFP sur l'AFT, y compris les deux échantillons de la Terry Collection, appartenant déjà à une société moderne et industrialisée. C'est aussi le cas de deux études anatomo-pathologiques récentes (Mitrovic 1987 ; Mitrovic, Borda-Iriarte *et al.* 1989). Les résultats de la très importante étude anatomo-pathologique de Heine (1926) sur 995 cadavres ne peuvent être utilisés car cet auteur sépare strictement les atteintes tibiale externe et interne. Les taux des atteintes tibiales sont constamment très inférieurs à ceux des patellas, le rapport AFP/AFT sera donc assurément positif ici aussi. Au contraire, deux études purement cliniques (Falconnet 1985 ; Massé, Glimet *et al.* 1988) montrent une plus grande fréquence de l'AFT sur l'AFP dans ces populations ayant consulté un rhumatologue pour des gonalgies.

Échantillons	Patella			Tibia			Rapport patella/tibia AFP/AFT
	N	AFP		N	AFT		
		+	%		+	%	
Notre-Dame-du-Bourg	261	43	16,5%	261	28	10,7%	1,5
Français Moyen Âge (Inoue, Hukuda <i>et al.</i> 2001)	447	5	1,1%	440	0	0,0%	>1
Saxons médiévaux (Rogers & Dieppe 1994)	695	10	1,4%	695	3	0,4%	3,3
Britanniques médiévaux (Waldron 1995)			16%			8%	2,0
Saxons post-médiévaux (Rogers & Dieppe 1994)	90	4	4,4%	90	1	1,1%	4,0
Britanniques post-médiévaux (Waldron 1995)			7%			4%	1,8
Hollandais d'Alkmar 18 <sup>e</sup> siècle (Baetsen, Bitter <i>et al.</i> 1997)	173	6	3,5%	173	10	5,8%	0,6
États-uniens leucodermes début 20 <sup>e</sup> (Jurmain 1977b)	412	184	44,7%	407	105	25,8%	1,7
Français contemporains sur anatomie-pathologie (Mitrovic 1987 ; Mitrovic, Borda-Iriarte <i>et al.</i> 1989)	240	42	17,5%	240	13	5,4%	3,2
Français contemporains sur clinique (Falconnet 1985)		39			208		0,2
Français contemporains (Massé, Glimet <i>et al.</i> 1988)		102			106		1,0
États-uniens mélanodermes début 20 <sup>e</sup> (Jurmain 1977b)	453	214	47,2%	456	176	38,6%	1,2
Agriculteurs Amérindiens Pecos, 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Jurmain 1977b)	220	45	20,5%	350	65	18,6%	1,1
Inuits, 1000 avant J.-C. (Jurmain 1977b)	145	45	31,0%	252	57	22,6%	1,4
Amérindiens californiens préhistoriques (Jurmain 1990)	191	5	2,6%	268	17	6,3%	0,4
Chasseurs-cueilleurs asiatiques -3000 avant J.-C. à 1900 après J.-C. Sur éburnation (Inoue, Hukuda <i>et al.</i> 2001)	234	8	3,4%	263	3	1,1%	3,0
Agriculteurs asiatiques -5000 avant J.-C. à 1870 après J.-C. Sur éburnation (Inoue, Hukuda <i>et al.</i> 2001)	196	1	0,5%	324	3	0,9%	0,6

tableau 30: comparaison du rapport AFP/AFT dans diverses études

À la lumière de ces études, notre interprétation du rapport AFP/AFT est très différente de celle de Rogers & Dieppe (1994) et Waldron (1995). L'AFT est une affection plus invalidante et douloureuse que l'AFP, elle provoquera plus de consultations médicales, particulièrement spécialisées (Mitrovic, Borda-Iriarte *et al.* 1989 ; Jamard, Verrouil *et al.* 2000) et apparaîtra donc plus fréquente dans les études cliniques. Les études anatomiques, sur pièces d'autopsies ou os sec, montrent habituellement une plus grande fréquence de l'AFP sur l'AFT. Ce rapport est retrouvé autant dans les études paléopathologiques

anciennes (Jurmain 1977b ; Rogers & Dieppe 1994 ; Waldron 1995 ; Notre-Dame-du-Bourg), modernes du début du 20<sup>e</sup> siècle (Heine 1926 ; Jurmain 1977b) ou contemporaines (Mitrovic 1987 ; Mitrovic, Borda-Iriarte *et al.* 1989). Nous ne constatons pas de différence constante du rapport AFP/AFT suivant les époques historiques.

Un autre biais possible vient des différences de méthodologie elle-même. Les études de Rogers & Dieppe (1994), Waldron (1995), Inoue, Hukuda *et al.* (2001) et Baetsen (1997) sont basées sur un mode de diagnostic d'arthrose dont l'éburnation est le signe principal (Waldron 1995). Or ce signe est particulièrement rare au niveau de la jointure fémoro-tibiale (Tableau 26). Le recueil de Rogers risque donc de sous-évaluer l'AFT.

Seule donc reste l'étude de Jurmain (1990) qui retrouve un taux d'atteinte fémoro-tibiale supérieure à l'atteinte fémoro-patellaire chez des Amérindiens californiens préhistoriques. Notons que ce même auteur utilise un protocole proche du nôtre et retrouve d'ailleurs un rapport AFP/AFT positif pour les autres échantillons qu'il étudie. Une explication spécifique pour expliquer ce rapport inversé dans cet échantillon reste à fournir.

Le rapport AFP/AFT ne semble donc pas s'être modifié récemment sous les changements de la vie moderne. La différence constatée nous semble (comme pour l'arthrose du coude) due à la définition différente entre l'arthrose médicale et anatomique. Cependant les arguments étiopathogéniques de Rogers & Dieppe (1994) et Waldron (1995) sur l'absence de méniscectomie (évident) et la moindre fréquence de l'obésité (probable) restent valables. Mais sans doute une analyse plus fine qu'un simple rapport AFP/AFT doit-elle être menée.

### **Épidémiologie de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg**

Le tableau 31 résume les taux d'atteinte de la gonarthrose suivant plusieurs critères épidémiologiques (sexe, âge et période). La prise en compte de la patella fait considérablement réduire les effectifs et donc modifie les tests statistiques. En prenant en compte la gonarthrose sur l'association fémur + tibia + patella, 24,5% des individus ont au moins un genou arthrosique (63 sur 261).

		Genou (fémur + tibia + patella)				Genou (fémur + tibia)			
		N	Arthrose		Khi <sup>2</sup>	N	Arthrose		Khi <sup>2</sup>
Total		261	64	24,5%		534	117	21,9%	
Sexe	Hommes	92	23	25,0%	NS	166	43	25,9%	S
	Femmes	74	17	23,0%		145	24	16,6%	
Age	Plus de 50 ans	44	11	25,0%	NS	92	38	41,3%	TS
	Moins de 50 ans	104	15	14,4%		184	23	12,5%	
	Plus de 30 ans	94	34	36,2%	TS	184	57	31,0%	TS
	Moins de 30 ans	29	1	3,4%		57	5	8,8%	
Période	3A	103	22	21,4%	NS	183	39	21,3%	NS
	4	117	33	28,2%		245	57	23,3%	

tableau 31 : épidémiologie de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg

NS=non significatif (p>0,05) S = significatif (p<0,05) TS = très significatif (p<0,001)

Contrairement à l'arthrose du coude, il n'y a pas de différence significative entre les deux époques « 3A » et « 4 », ni en détaillant les sexes ni les périodes. Il n'y a donc eu probablement aucune modification des facteurs favorisant principaux de la gonarthrose entre ces deux périodes, notamment la prévalence de l'obésité et des facteurs mécaniques arthrogènes.

Le rôle de l'âge est évident ici, plus encore que dans l'arthrose du coude. Quelques individus morts avant 30 ans avaient déjà une gonarthrose mais aucune gonarthrose n'a été relevée sur 19 individus n'ayant pas encore soudés leurs ailes iliaques (morts entre 15 et 25 ans).

	Fémur				Tibia				Patella			
	N	Arthrose		Khi <sup>2</sup>	N	Arthrose		Khi <sup>2</sup>	N	Arthrose		Khi <sup>2</sup>
		+	%			+	%			+	%	
Hommes	177	39	22,0%	NS	195	31	15,9%	S	113	20	17,7%	NS
Femmes	152	25	16,4%		161	12	7,5%		82	15	18,3%	

tableau 32: topographie de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg selon le sexe

NS=non significatif (p>0,05) S = significatif (p<0,05)

Contrairement aux données épidémiologiques en clinique contemporaine, la gonarthrose atteint significativement plus les hommes à Notre-Dame-du-Bourg, quelque soit la période considérée. Dans le détail, l'atteinte est similaire entre les sexes pour l'arthrose fémoro-



patellaire mais c'est l'arthrose fémoro-tibiale qui est significativement plus fréquente chez les hommes (tableau 32). Jurmain (1980) qui compare deux échantillons récents (États-Uniens mélanodermes et leucodermes de la fin du 19<sup>e</sup> siècle) à deux échantillons anciens (Amérindiens « Pecos » du 12<sup>e</sup> siècle et Inuits d'Alaska) retrouve lui aussi une prédominance masculine de l'affection chez les anciens et féminines pour les récents.

Suivant les facteurs de risque connus de la gonarthrose, plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette inégalité de prévalence entre les sexes. Ces explications peuvent d'ailleurs se conjuguer :

1) l'obésité était sans doute rare dans les époques étudiées. Ne jouant plus son rôle de facteur favorisant pour l'apparition de la gonarthrose, les deux sexes retrouvent peut-être une égalité de chance face à la maladie. C'est aussi la conclusion de l'étude de Davis (1988) sur 3905 patients : l'élimination mathématique du facteur poids est ce qui diminue le plus la différence d'atteinte entre les sexes, sans la supprimer totalement.

2) une activité physique masculine était peut-être particulièrement favorable à l'apparition de la gonarthrose fémoro-patellaire. Dans le cadre d'une société montagnarde, les fréquents déplacements en terrain accidenté et pentu pourraient être responsable d'une pathologie gonarthrosique accrue qui atteindrait surtout les hommes en supposant qu'ils se déplaçaient plus que les femmes hors de la ville. Le port de charges lourdes (activité typiquement masculine) pourrait aussi être impliqué.

3) une diminution par rapport à notre époque des facteurs favorables à l'apparition de la gonarthrose féminine.

Les autres étiologies de la gonarthrose comme l'influence des malformations locales, l'origine ethnique et l'hérédité sont partagées par les deux sexes.

Échantillons	Genoux		
	N	S	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, Provence, tous âges, 4e-17e siècle après J.-C.	343	M	S
Hongrie, 10e siècle après J.-C. (Pálfi 1992)	152		NS
Cimetière peste noire – Londres, 1350 (Waldron 1992b)	97		NS
États-Uniens leucodermes, fin 19e-début 20e siècle (Jurmain 1977b)	404	F	TS
Allemands, tous âges, début 20e siècle (Heine 1926)	944	F	S
Finlandais – radiographies, fin 20e siècle (Soila & Pyykönen 1960)	595	F	TS
États-Uniens mélanodermes, fin 19e-début 20e siècle (Jurmain 1977b)	450	F	S
Inuits d'Alaska, proto-historiques (Jurmain 1977b)	110		NS
Amérindiens chasseurs-cueilleurs, plus de 30 ans, de -6000 à -1000 avant J.-C. (Bridges 1991)	116		NS
Amérindiens Agriculteurs Mississippi, plus de 30 ans, Moyen Âge (Bridges 1991)	105		NS
Amérindiens Pecos, 12e siècle après J.-C. (Jurmain 1977b)	173	M	S
<b>Total</b>	<b>3457</b>	<b>F</b>	<b>TS</b>

tableau 33 : comparaison des atteintes de gonarthrose selon le sexe. La colonne « S » indique quel est le sexe majoritairement atteint. La colonne « khi<sup>2</sup> » indique le résultat du test statistique : NS=non significatif ( $p>0,05$ ) S = significatif ( $p<0,05$ ) TS = très significatif ( $p<0,001$ )

Sur 11 études différentes (tableau 33), la gonarthrose atteint significativement plus les femmes dans 4 d'entre elles. C'est en particulier le cas de toutes les études du 20<sup>e</sup> siècle. La gonarthrose est à dominante masculine chez les seuls Amérindiens « Pecos » du 12<sup>e</sup> siècle et à Notre-Dame-du-Bourg. La prédominance féminine de la gonarthrose pourrait donc être une évolution récente. Il est possible de rattacher ce résultat à une augmentation récente de l'obésité qui a plus d'influence dans la gonarthrose féminine que masculine.

## Comparaison avec d'autres études

Échantillons	N	Gonarthrose		Khi <sup>2</sup>
		+	%	
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total (1)	534	117	21,9%	
Notre-Dame-du-Bourg moins de 50 ans (2)	184	23	12,5%	
Notre-Dame-du-Bourg plus de 30 ans (3)	184	57	31%	
Notre-Dame-du-Bourg plus de 50 ans (4)	92	38	41,3%	
Notre-Dame-du-Bourg éburnation (5)	301	6	2%	
Fréjus, 1 <sup>er</sup> -2 <sup>e</sup> siècle après J.-C. sur ostéophytes (Bérato, Dutour <i>et al.</i> 1990)	39	3	7,7%	S <sup>1</sup>
Britanniques pré-médiévaux, sur éburnation (Waldron 1995)	206	4	2,1%	*
Hongrois du 10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Pálfi 1992) diagnostic non précisé	152	2	1,3%	TS <sup>1</sup>
Britanniques médiévaux, sur éburnation (Waldron 1995)	1453	73	5%	S <sup>5</sup>
Britanniques 17 <sup>e</sup> à début 20 <sup>e</sup> siècle, sur éburnation (Waldron 1995)	976	43	4,4%	NS <sup>5</sup>
Londres, Peste noire de 1350, sur éburnation (Waldron 1992b)	98	4	4,1%	*
Spitalfields (Londres) 1729-1852, sur éburnation (Waldron 1993a)	480	22	4,6%	NS <sup>5</sup>
États-uniens leucodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) tous âges	404	149	36,9%	TS <sup>1</sup>
États-uniens leucodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	174	28	16,1%	NS <sup>2</sup>
Allemands début 20 <sup>e</sup> siècle, tous âges autopsie (Heine 1926)	1002	437	43,6%	TS <sup>1</sup>
Allemands début 20 <sup>e</sup> siècle, moins de 50 ans autopsie (Heine 1926)	385	24	6,2%	S <sup>2</sup>
Allemands début 20 <sup>e</sup> siècle, plus de 50 ans autopsie (Heine 1926)	617	413	66,9%	TS <sup>4</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, tous âges radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	595	337	56,6%	TS <sup>1</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, plus de 50 ans radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	300	263	87,7%	TS <sup>4</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, moins de 50 ans radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	295	74	25,1%	TS <sup>2</sup>
États-uniens mélanodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b)	450	198	44%	TS <sup>1</sup>
États-uniens mélanodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	232	42	18,1%	NS <sup>2</sup>
Inuits d'Alaska proto-historiques (Jurmain 1977b)	110	39	35,5%	S <sup>1</sup>
Inuits d'Alaska proto-historiques (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	110	39	35,5%	TS <sup>2</sup>
Amérindiens chasseurs-cueilleurs préhistoriques de plus de 30 ans (Bridges 1991)	116	37	31,9%	NS <sup>3</sup>
Amérindiens chasseurs-cueilleurs préhistoriques entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	81	20	24,7%	S <sup>2</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge plus de 30 ans (Bridges 1991)	105	21	20%	S <sup>3</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	82	15	18,3%	NS <sup>2</sup>
Amérindiens Pecos, 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Jurmain 1977b) tous âges	173	46	26,6%	NS <sup>1</sup>
Amérindiens Pecos, 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	98	5	5,1%	S <sup>2</sup>
Amérindiens californiens 1100-1500 avant J.-C. (Jurmain 1990)	250	19	7,6%	TS <sup>1</sup>

tableau 34: comparaison des taux de gonarthrose entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ) S = significatif ( $p<0,05$ ) TS = très significatif ( $p<0,001$ ) ; le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg (entre parenthèse dans les 5 premières lignes) avec lequel est réalisée le test

La prévalence globale de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg se situe à 21,9% des genoux examinés (sur fémur + tibia). Comme d'habitude avec l'arthrose, les comparaisons devront être prudentes avec les autres études (tableau 34). Les meilleures comparaisons se feront avec des échantillons d'âge comparable. Le taux de gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg ne présente pas de différence significative avec les populations préhistoriques et les agriculteurs primitifs de Bridges (1991), ni avec les leucodermes et mélanodermes de la Terry Collection. Les individus de Notre-Dame-du-Bourg semblent avoir moins d'arthrose que les Inuits de Jurmain (1977b) mais plus que les Amérindiens Pecos, les Néolithiques d'Europe centrale, les Gallo-romains de Fréjus ou les Hongrois médiévaux étudiés par Pálfi (1992). Les Britanniques étudiés par Waldron (1992b ; 1993a ; 1995) semblent présenter un taux d'éburnation plus important. L'étude radiologique de Soila (1960) trouve un taux beaucoup plus important mais il prend en compte le moindre petit ostéophyte, ce qui n'est pas le cas ici puisque la limite de positivité est fixée à 2mm. La comparaison avec l'étude de Heine (1926) est elle aussi délicate en raison de protocoles différents.

Les taux de gonarthrose présentent donc une importante variabilité dont l'interprétation reste difficile. Seul l'important taux de gonarthrose de 35,5% chez des Inuits d'Alaska de moins de 50 ans présente une spécificité nette. Plusieurs points peuvent expliquer cette grande variabilité : des problèmes méthodologiques (diagnostic et variabilités intra- et extra-observateur), multiplicité et intrications des étiologies de la gonarthrose (obésité, activité, traumatismes). À part dans certains cas très particuliers (Inuits par exemple), il nous apparaît difficile de lier directement un taux de gonarthrose avec un type de mode de vie.

## 6- L'Arthrose des membres

Sur un échantillon sélectionné (tableau 35), nous avons étudié l'arthrose des 6 grosses articulations des membres (épaule, coude, poignet, hanche, genou, cheville). Il ne s'agit pas d'une étude complète sur les multiples localisations d'une arthrose généralisée car il aurait fallu pour cela intégrer l'arthrose des mains et des vertèbres. Notre objectif est de (i) présenter une typologie générale de l'arthrose (ii) comparer l'épidémiologie de ces arthroses avec d'autres échantillons (iii) étudier le rapport coxarthrose/gonarthrose pour discuter son évolution chronologique.

Matériel et Méthode :

L'étude porte sur les individus adultes dont ont été déterminés l'âge et le sexe et dont tous les os d'au moins un des côtés des 6 articulations principales des membres supérieurs et inférieurs sont conservés. Seuls 65 individus ont pu être ainsi retenus (tableau 35).

Période	Nombre	Sexe	Nombre	Âge	Nombre
1	0	Masculin	31	Jeune (15 à 30 ans)	6
2	3	Féminin	34	Mature (30 à 50 ans)	12
3A	24			Âgé (plus de 50 ans)	15
3B	5			Plus de 30 ans	11
4	33			Moins de 50 ans	21
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>Total</b>	<b>65</b>

tableau 35: épidémiologie de l'échantillon d'individus sélectionnés

Le diagnostic d'arthrose suit la même méthode que pour les arthroses du coude et du genou (définie plus haut, page 57).

Pour l'arthrose du poignet, seule est étudiée l'extrémité inférieure du radius. L'extrémité inférieure de l'ulna n'est pas retenue non plus car d'une part elle présente une apophyse qui n'est pas une surface articulaire congruente, et d'autre part elle est sujette à d'autres pathologies telles que la chondrocalcinose qui pourrait interférer dans le diagnostic. Une démarche analogue avait été effectuée par Inoue (2001).

## Topographie générale de l'arthrose

Dans l'échantillon étudié, aucun côté n'est significativement plus atteint que l'autre. Il est donc possible de ne pas tenir compte du côté.

		Articulations droites et gauches									Individus		
		N	Ostéophytes		Altération de la surface articulaire		Éburation		Arthrose		N	Arthrose	
Épaule	Omoplate	115	19	16,5%	4	3,5%	0	0%	19	16,5%	65	15	23,1%
	Humérus proximal	117	8	6,8%	0	0,0%	0	0%	5	4,3%			
	<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>22</b>	<b>20,2%</b>	<b>4</b>	<b>3,7%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>22</b>	<b>20,2%</b>			
Coude	Humérus distal	122	17	13,9%	8	6,6%	1	0,8%	22	18,0%	65	27	41,5%
	Radius proximal	118	8	6,8%	13	11,0%	1	0,8%	15	12,7%			
	Ulna proximal	116	25	21,6%	12	10,3%	0	0%	29	25,0%			
	<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>26</b>	<b>23,9%</b>	<b>24</b>	<b>22,0%</b>	<b>1</b>	<b>0,9%</b>	<b>37</b>	<b>33,9%</b>			
Poignet	Radius distal	106	18	17,0%	0	0%	0	0%	18	17,0%	65	15	23,1%
Hanche	Cotyle	119	28	23,5%	23	19,3%	0	0%	36	30,3%	65	23	35,4%
	Fémur proximal	118	7	5,9%	6	5,1%	0	0%	10	8,5%			
	<b>Total</b>	<b>112</b>	<b>28</b>	<b>25,0%</b>	<b>26</b>	<b>23,2%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>35</b>	<b>31,3%</b>			
Genou	Fémur distal	111	17	15,3%	7	6,3%	1	0,9%	22	19,8%	65	19	29,2%
	Patella	66	9	13,6%	3	4,5%	0	0%	10	15,2%			
	Tibia proximal	119	7	5,9%	2	1,7%	0	0%	7	5,9%			
	<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>22,2%</b>	<b>5</b>	<b>9,3%</b>	<b>1</b>	<b>1,9%</b>	<b>12</b>	<b>22,2%</b>			
Cheville	Tibia distal	121	2	1,7%	1	0,8%	0	0%	2	1,7%	65	3	4,6%
	Talus	117	1	0,9%	0	0%	0	0%	1	0,9%			
	<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>2</b>	<b>1,8%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>2</b>	<b>1,8%</b>			

tableau 36: arthroses des grosses articulations selon les sites et les types d'atteintes

L'ostéophyte reste le signe d'arthrose le plus courant, sauf pour le coude et le fémur proximal. Sur les 196 signes d'arthrose retrouvés, les ostéophytes forment plus des deux tiers des atteintes (66,9%), les altérations de la surface articulaire 31,9% et les éburnations 1,2%. Cette proportion se retrouve sensiblement dans tous les sites (excepté encore le radius proximal et le fémur proximal).

Sur l'ensemble des 1465 sites articulaires étudiés ici, 13,4% présentent des signes d'arthrose. Les prévalences diffèrent selon les localisations :

- la cheville présente une très faible prévalence (1,8%).
- l'épaule (20,2%), le poignet (17%) et le genou (22,2%) ont une prévalence d'arthrose entre 15 et 25%.
- Le coude (33,9%) et la hanche (31,3%) ont des prévalences de l'arthrose supérieures à 30%.

Seuls 35,4% des individus sont exempts d'arthrose.

### 7- L'arthrose de l'épaule (Ryckewaert 1987 ; Phillips & Kattapuram 1991)

Elle est cliniquement assez rare, surtout dans sa forme primitive. L'arthrose de l'épaule (ou omarthrose, photographie 5) peut être consécutive à une fracture de la tête humérale ou de la glène, ou à une luxation récidivante de l'épaule. Chez le sujet âgé, elle résulte souvent d'une altération sévère de la coiffe des rotateurs.

L'arthrose de l'épaule serait plus liée à l'âge que celle des autres grosses articulations des membres. Le rôle de l'activité serait moins important ici que pour les autres arthroses (Jurmain 1990).

La sémiologie est classique avec raideur douloureuse de la jointure et signes radiographiques habituels.

		Nombre d'articulations étudiées N	Arthrose		Khi <sup>2</sup>
			+	%	
Ensemble échantillon		109	22	20,2%	
Période	3A	41	6	14,6%	NS
	4	54	14	25,9%	
Sexe	Hommes	52	15	28,8%	S
	Femmes	57	7	12,3%	
Âge	Moins de 50 ans	65	4	6,2%	S
	Plus de 50ans	24	13	54,2%	

tableau 37: épidémiologie de l'omarthrose à Notre-Dame-du-Bourg.  
NS=non significatif (p>0,05) S = significatif (p<0,05)

Échantillon	N	Omarthrose	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total (1)	109	22 20,2%	
Notre-Dame-du-Bourg, moins de 50 ans (2)	65	4 6,3%	
Notre-Dame-du-Bourg, plus de 30 ans (3)	62	21 33,9%	
Fréjus (1 <sup>er</sup> -2 <sup>e</sup> siècle après J.-C.) sur ostéophytes (Bérato, Dutour <i>et al.</i> 1990)	29	2	NS <sup>1</sup>
Hongrois du 10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Pálfi 1992) diagnostic non précisé	152	7 4,6%	TS <sup>1</sup>
Britanniques 900 à 1850 (Rogers, Shepstone <i>et al.</i> 2004) sur ostéophytes	379	92 24,4%	NS <sup>1</sup>
États-uniens leucodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) tous âges	386	195 50,5%	TS <sup>1</sup>
États-uniens leucodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	140	38 27,1%	S <sup>2</sup>
Allemands début 20 <sup>e</sup> siècle, tous âges autopsie (Heine 1926)	982	118 12,0%	S <sup>1</sup>
Allemands début 20 <sup>e</sup> siècle, moins de 50 ans autopsie (Heine 1926)	380	2 0,5%	* <sup>2</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, tous âges radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	354	138 39,0%	TS <sup>1</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, moins de 50 ans radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	176	28 15,9%	* <sup>2</sup>
États-uniens mélanodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b)	427	252 59,0%	TS <sup>1</sup>
États-uniens mélanodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	141	59 41,8%	TS <sup>2</sup>
Inuits d'Alaska proto-historiques (Jurmain 1977b)	169	61 36,1%	S <sup>1</sup>
Inuits d'Alaska proto-historiques (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	94	48 51,1%	TS <sup>2</sup>
Chasseurs-cueilleurs amérindiens préhistoriques de plus de 30 ans (Bridges 1991)	137	51 37,2%	NS <sup>3</sup>
Chasseurs-cueilleurs amérindiens préhistoriques entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	65	20 30,8%	S <sup>2</sup>
Amérindiens californiens 1100-1500 avant J.-C. (Jurmain 1990)	248	7 2,8%	TS <sup>1</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge plus de 30 ans (Bridges 1991)	98	26 26,5%	NS <sup>3</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	80	18 22,5%	S <sup>2</sup>
Amérindiens Pecos, 12e siècle après J.-C. (Jurmain 1977b)	224	66 29,5%	NS <sup>1</sup>
Amérindiens Pecos, 12e siècle après J.-C. (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	99	9 9,1%	* <sup>2</sup>
Amérindiens « Pueblo » de 550 à 1300 après J.-C. (Miles 1966)	93	13 14%	NS <sup>1</sup>

tableau 38: comparaison de la prévalence d'omarthrose entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études paléopathologiques. NS=non significatif ( $p>0,05$ ) S = significatif ( $p<0,05$ ) TS = très significatif ( $p<0,001$ ) ; \* : test impossible en raison d'un effectif trop faible ; le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg avec lequel est réalisée le test.



L'omarthrose est rare en médecine clinique. Sur 500 patients symptomatiques d'arthrose de l'étude Cushnaghan (Cushnaghan & Dieppe 1991), seuls 3,2% ont une omarthrose. Mais les études anatomo-pathologiques, radiologiques et paléopathologiques la retrouvent fréquemment, avec des taux très variables pouvant aller de 2,8% à 59% (Jurmain 1977b ; 1990). La prévalence de 20,2% retrouvée à Notre-Dame-du-Bourg s'inscrit dans cet intervalle. L'étude de Waldron (Waldron 1995) par exemple, fait de l'épaule la localisation la plus atteinte par l'arthrose, devant le rachis et loin devant la hanche et le genou. Cette place prépondérante est aussi retrouvée par Jurmain (1977b) et Crubézy, Goulet *et al.* (2002). Ces taux importants sont retrouvés autant pour des échantillons d'individus anciens que modernes. Comme pour l'arthrose du coude, cette discordance peut s'expliquer par une expression clinique discrète de l'arthrose de l'épaule. Peut-être, là aussi, car ce n'est pas une articulation porteuse. Il pourrait aussi s'agir d'un problème de définition, les détails du diagnostic de l'omarthrose étant rarement précisés.

L'omarthrose semble fortement corrélée à l'âge (Heine 1926 ; Jurmain 1980 ; 1991). Dans notre échantillon, pourtant réduit, l'omarthrose est la seule atteinte pour laquelle la différence statistique est significative selon l'âge. Encore plus pour l'omarthrose que pour les autres localisations, il est donc important, pour comparer des études, de comparer des tranches d'âges identiques.

Les hommes de Notre-Dame-du-Bourg sont significativement plus atteints par l'omarthrose que les femmes.

### **8- L'arthrose du poignet (Simon, Blotman *et al.* 1980 ; Ryckewaert 1987)**

L'arthrose du poignet est une arthrose peu étudiée. Assez rare, elle succède le plus souvent à une fracture du poignet dans les populations modernes. Certains sports, où le poignet est fléchi en hyper-extension (volley-ball, gymnastique), pourraient être en cause (Genety, Ferret *et al.* 1979), de même que l'utilisation de marteaux pneumatiques (Ravault, Roche *et al.* 1963).

		Nombre d'articulations étudiées N	Arthrose		Khi <sup>2</sup>
			+	%	
Ensemble échantillon		106	18	17%	
Période	3A	42	10	23,8%	NS
	4	52	5	9,6%	
Sexe	Hommes	51	12	23,5%	NS
	Femmes	55	6	10,9%	
Âge	Moins de 50 ans	65	8	12,3%	NS
	Plus de 50ans	23	6		

tableau 39: épidémiologie de l'arthrose du poignet à Notre-Dame-du-Bourg  
NS=non significatif (p>0,05)

Échantillons	N	Arthrose du poignet (radius)		Khi <sup>2</sup>
		+	%	
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total (1)	106	18	17%	
Notre-Dame-du-Bourg, moins de 50 ans (2)	65	8	12,3%	
Notre-Dame-du-Bourg, plus de 30 ans (3)	59	15	25,4%	
Notre-Dame-du-Bourg éburnation (4)	99	0	0%	
Britanniques pré-médiévaux, sur éburnation (Waldron 1995)	206	18	8,5%	S <sup>4</sup>
Hongrois du 10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Pálfi 1992) diagnostic non précisé	152	7	4,6%	S <sup>1</sup>
Agriculteurs français 600 à 1100 après J.-C. sur éburnation (Inoue, Hukuda <i>et al.</i> 2001)	522	0	0%	* <sup>4</sup>
Britanniques médiévaux, sur éburnation (Waldron 1995)	1453	52	3,6%	* <sup>4</sup>
Londres Peste noire 1350, sur éburnation (Waldron 1992b)	98	5	5,1%	* <sup>4</sup>
Britanniques 900 à 1850 (Rogers, Shepstone <i>et al.</i> 2004) sur ostéophytes	520	62	11,9%	NS <sup>1</sup>
Britanniques 900 à 1850 (Rogers, Shepstone <i>et al.</i> 2004) sur éburnation	520	20	3,8%	* <sup>4</sup>
Britanniques 17 <sup>e</sup> à début 20 <sup>e</sup> siècle, sur éburnation (Waldron 1995)	976	19	1,9%	* <sup>4</sup>
Spitalfields (Londres) 1729-1852, sur éburnation (Waldron 1993a)	487	7	1,4%	* <sup>4</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, tous âges radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	278	92	33,1%	TS <sup>1</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, moins de 50 ans radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	114	6	5,3%	* <sup>2</sup>
Chasseurs-cueilleurs asiatiques -3000 avant J.-C. À 1900 après J.-C. Sur éburnation (Inoue, Hukuda <i>et al.</i> 2001)	276	1	0,4%	* <sup>4</sup>
Agriculteurs asiatiques -5000 avant J.-C. À 1870 après J.-C. Sur éburnation (Inoue, Hukuda <i>et al.</i> 2001)	286	1	0,3%	* <sup>4</sup>
Chasseurs-cueilleurs amérindiens préhistoriques de plus de 30 ans (Bridges 1991)	104	19	18,3%	NS <sup>3</sup>
Chasseurs-cueilleurs amérindiens préhistoriques entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	68	6	8,8%	* <sup>2</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge plus de 30 ans (Bridges 1991)	98	6	6,1%	TS <sup>3</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	78	10	12,3%	* <sup>2</sup>

tableau 40: comparaison de la prévalence d'arthrose du poignet entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études paléopathologiques. NS=non significatif (p>0,05) S = significatif (p<0,05) TS = très significatif (p<0,001) ; \* : test impossible en raison d'un effectif trop faible ; le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg avec lequel est réalisée le test.

Les taux de présence à Notre-Dame-du-Bourg (15,2%) s'inscrivent dans la moyenne des taux retrouvés dans les autres études (de 6,1% à 22% pour les protocoles équivalents). Comme pour les arthroses du coude et de l'épaule, les différentes études de prévalence montrent que sa présence anatomique est bien supérieure à son expression clinique (fréquence de l'arthrose du poignet= 0,6% sur 500 patients symptomatiques d'arthrose chez Cushnaghan & Dieppe 1991).

L'échantillon étudié d'arthrose du poignet ne montre pas de lien statistique avec l'âge, le sexe ou la période. Ces éléments évoquent une arthrose plus liée à des facteurs d'activité et de traumatisme que de pure dégénérescence, comme pour l'omarthrose. Aucun des radius étudiés dans l'échantillon ne possède de trace visible de fracture.

### **9- L'arthrose de la hanche (coxarthrose) (Simon, Blotman *et al.* 1980 ; Ryckewaert 1987)**

La coxarthrose est une pathologie importante en médecine contemporaine par sa fréquence, son expression clinique et l'importante chirurgie réparatrice associée.

Épidémiologie : La coxarthrose est fréquente dans les deux sexes à partir de la quarantaine. Certaines études montrent une prévalence supérieure chez les hommes (Louyot & Savin 1966 ; Felson 1988), d'autres chez les femmes (Wilson, Michet *et al.* 1990). Elle est rare avant 50 ans, très fréquente après (Soila & Pyykönen 1960 ; Lagier 1982). Elle serait un peu plus fréquente à droite (Newton & Seagroatt 1993).

Étiologie (Lievre, Lievre *et al.* 1956 ; Mazières & Arlet 1987 ; Felson 1988) : La coxarthrose serait secondaire dans les deux tiers des cas à une dysmorphie de la hanche, primitive dans environ un tiers des cas. À côté de ces dysmorphies fréquentes, des malformations importantes sont associées à la coxarthrose : luxation congénitale de la hanche, maladie de Legg-Perthes-Calvé, glissement épiphysaire fémoral supérieur. Ces pathologies sont rares, leur incidence est toujours inférieure à 1%. Il faut insister sur l'importance des coxarthroses post-contusives, mais qui sont parfois difficiles à mettre en évidence car développées tardivement après le traumatisme. L'obésité est un facteur de risque pour cette articulation porteuse, mais sa corrélation avec la coxarthrose est moins nette qu'avec la gonarthrose, peut-être à cause de l'importance des autres étiologies comme les dysmorphies et les traumatismes. La relation à l'activité est peu nette : la coxarthrose est apparue plus fréquente chez les agriculteurs et les travailleurs de force (Louyot & Savin 1966 ; Vingård, Alfredsson *et al.* 1991), mais pas chez les coureurs à pieds (Puranen, Ala-Ketola *et al.* 1975).

		Nombre d'articulations étudiées N	Arthrose		K $\chi^2$
			+	%	
Ensemble échantillon		113	35	31%	
Période	3A	40	12	30,0%	NS
	4	61	22	36,1%	
Sexe	Hommes	54	20	37,0%	NS
	Femmes	59	15	25,4%	
Âge	Moins de 50 ans	67	12	17,9%	S
	Plus de 50ans	25	13	52,0%	

tableau 41: épidémiologie de la coxarthrose à Notre-Dame-du-Bourg.

NS=non significatif ( $p>0,05$ ) S = significatif ( $p<0,05$ )

Échantillons	N	Coxarthrose		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total (1)	113	27	31%	
Notre-Dame-du-Bourg, moins de 50 ans (2)	34	9	17,6%	
Notre-Dame-du-Bourg, plus de 30 ans (3)	66	27	40,9%	
Notre-Dame-du-Bourg, éburnation (4)	105	0	0%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1983)	22	6		NS <sup>1</sup>
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1983)	20	10	50%	S <sup>1</sup>
La Gayole 11 <sup>e</sup> -13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1983)	35	18	51,4%	S <sup>1</sup>
Fréjus, 1 <sup>er</sup> -2 <sup>e</sup> siècle après J.-C. sur ostéophytes (Bérato, Dutour <i>et al.</i> 1990)	37	3	8,1%	S <sup>1</sup>
Britanniques pré-médiévaux, sur éburnation (Waldron 1995)	206	26	12,8%	TS
Hongrois du 10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Pálfi 1992) diagnostic non précisé	152	6	3,9%	TS <sup>1</sup>
Britanniques médiévaux, sur éburnation (Waldron 1995)	1453	83	5,7%	S <sup>4</sup>
Britanniques de 900 à 1850 après J.-C. (Rogers, Shepstone <i>et al.</i> 2004) sur ostéophytes	551	85	15,4%	S <sup>1</sup>
Britanniques de 900 à 1850 après J.-C. (Rogers, Shepstone <i>et al.</i> 2004) sur éburnation	551	13	2,4%	* <sup>4</sup>
Londres Peste noire 1350, sur éburnation (Waldron 1992b)	97	3	3,1%	* <sup>4</sup>
Britanniques 17 <sup>e</sup> à début 20 <sup>e</sup> siècle, sur éburnation (Waldron 1995)	976	28	2,9%	* <sup>4</sup>
Spitalfields (Londres) 1729-1852, sur éburnation (Waldron 1993a)	481	15	3,1%	* <sup>4</sup>
États-Uniens leucodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) tous âges	394	204	51,8%	TS <sup>1</sup>
États-Uniens leucodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	137	40	29,2%	NS <sup>2</sup>
Allemands début 20 <sup>e</sup> siècle, tous âges autopsie (Heine 1926)	944	185	19,6%	NS <sup>1</sup>
Allemands début 20 <sup>e</sup> siècle, moins de 50 ans autopsie (Heine 1926)	373	9	2,4%	* <sup>2</sup>
Allemands début 20 <sup>e</sup> siècle, plus de 50 ans autopsie (Heine 1926)	571	176	30,8%	
Américains avec symptômes d'arthrose (Cushnaghan & Dieppe 1991)	500	95	19%	NS <sup>1</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, tous âges radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	646	266	41,2%	TS <sup>1</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, plus de 50 ans radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	350	249	71,1%	
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, moins de 50 ans radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	296	17	5,7%	* <sup>2</sup>
États-Uniens mélanodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) tous âges	449	238	53,0%	TS <sup>1</sup>
États-Uniens mélanodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	157	50	31,8%	NS <sup>2</sup>
Inuits d'Alaska proto-historiques (Jurmain 1977b) tous âges	257	87	33,9%	NS <sup>1</sup>
Inuits d'Alaska proto-historiques (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	151	63	41,7%	NS <sup>2</sup>
Amérindiens chasseurs-cueilleurs préhistoriques de plus de 30 ans (Bridges 1991)	84	3	3,6%	TS <sup>3</sup>
Amérindiens chasseurs-cueilleurs préhistoriques entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	63	2	3,2%	* <sup>2</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge plus de 30 ans (Bridges 1991)	84	1	1,2%	TS <sup>3</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	73	1	1,4%	* <sup>2</sup>
Amérindiens Pecos, 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Jurmain 1977b) tous âges	364	78	21,4%	NS <sup>1</sup>
Amérindiens Pecos, 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Jurmain 1977b) moins de 50 ans	143	14	9,8%	* <sup>2</sup>
Amérindiens californiens 1100-1500 avant J.-C. (Jurmain 1990)	281	3	1,1%	TS <sup>1</sup>
Amérindiens « Pueblo » de 550 à 1300 après J.-C. (Miles 1966)	93	12	12,9%	S <sup>1</sup>

tableau 42: comparaison des taux de coxarthrose entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ) S = significatif ( $p<0,05$ ) TS = très significatif ( $p<0,001$ ) ; le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg avec lequel est réalisée le test.

Les prévalences varient considérablement selon les études. Parfois proche de 1% à 3%, les taux dépassent 50% dans d'autres études. Dans les deux échantillons de La Gayole,

Mafart (1983) reconnaît 14 coxarthroses liées à une dysplasie de hanche (pathologie rare à composante génétique évoquant un foyer localisé). En extrayant ces 14 cas particuliers, les taux de coxarthrose pour les deux périodes de La Gayole sont respectivement de 35% et 20%.

Les différents modes de diagnostics rendent une fois de plus les comparaisons délicates. L'éburnation est rare dans la coxarthrose. La prévalence globale de 25,7% de coxarthrose retrouvée à Notre-Dame-du-Bourg traduit une prévalence importante, supérieure à la gonarthrose, presque égale à l'arthrose du coude. La coxarthrose à Notre-Dame-du-Bourg montre une présence ubiquitaire, sans différence significative entre les côtés, les périodes, les sexes. Dans l'échantillon réduit étudié, il n'a pas été retrouvé de dysplasie de hanche. Mais des lésions de dysplasie et de luxation de hanche ont été observées à Notre-Dame-du-Bourg (Mafart, Kéfy *et al.* 2006).

L'obésité est une étiologie commune à la gonarthrose et la coxarthrose (Mazières & Arlet 1987 ; Felson 1988 ; Massé, Glimet *et al.* 1988 ; Ravaud & Dougados 2000). Pourtant le très faible coefficient de corrélation entre ces deux arthroses ( $p=0,027$ ) montre que très peu de liens existent à Notre-Dame-du-Bourg entre les atteintes de la hanche et du genou. Il faut peut-être y voir un indice supplémentaire de la faible fréquence de l'obésité dans cet échantillon.

### **Évolution historique du rapport coxarthrose / gonarthrose**

Rogers & Dieppe (1994) et Waldron (1995) ont constaté sur des échantillons britanniques anciens une inversion du rapport de prévalence coxarthrose / gonarthrose (C/G) au cours des temps historiques. La coxarthrose, plus fréquente que la gonarthrose dans les périodes les plus anciennes, devient progressivement minoritaire.

Nous avons comparé avec d'autres travaux qui étudient conjointement ces deux localisations d'arthrose, uniquement chez des échantillons d'origine européenne (tableau 43). Comme nous comparons ici des rapports de prévalence sur des études associant hanche et genou, nous limitons les biais habituels liés aux comparaisons d'arthrose. Une source d'erreurs pourrait être l'expression différente de l'arthrose dans les deux localisations. Si la fréquence de l'éburnation est différente entre la hanche et le genou, les études de Waldron pourraient être biaisées par rapport aux autres car cet auteur utilise surtout l'éburnation comme signe diagnostique.

	Hanche			Genou			Rapport C / G
	N	Arthrose +	%	N	Arthrose +	%	
Notre-Dame-du-Bourg 3A	40	12	30,0%	183	39	21,3%	<b>1,41</b>
Notre-Dame-du-Bourg 4	59	22	37,3%	245	57	23,3%	<b>1,8</b>
Europe de l'est, 5700 avant J.-C (Crubézy, Goulet <i>et al.</i> 2002)	126	28	22,2%	111	14	12,6%	<b>1,76</b>
Provence, 1er-2e siècle après J.-C. (Bérato, Dutour <i>et al.</i> 1990)	37	3	8,1%	39	3	7,7%	<b>1,05</b>
Grande-Bretagne, pré-médiéval (Waldron 1995)	206	26	12,8%	206	4	2,1%	<b>6,1</b>
Hongrie, 10e siècle après J.-C. (Pálfi 1992)	152	6	3,9%	152	2	1,3%	<b>3</b>
Grande-Bretagne, Moyen Âge (Waldron 1995)	1453	83	5,7%	1453	73	5,0%	<b>1,14</b>
Londres , Peste noire, 1350 (Waldron 1992b)	97	3	3,1%	97	4	4,1%	<b>0,76</b>
Grande-Bretagne, post-médiéval (Waldron 1995)	976	28	2,9%	976	43	4,4%	<b>0,66</b>
Spitalfiels - Londres, 1729-1852 (Waldron 1993a)	479	15	3,1%	480	22	4,6%	<b>0,67</b>
Alkmar, Pays-Bas, 18e siècle (Baetsen, Bitter <i>et al.</i> 1997)			9,2%			6,4%	<b>1,44</b>
Allemands, début 20e siècle (Heine 1926)	944	106	11,2%	1002	437	43,6%	<b>0,26</b>
États-uniens leucodermes, fin 19e-début 20e siècle (Jurmain 1977b)	394	204	51,8%	404	149	36,9%	<b>1,4</b>
Finlandais - radiographies, fin 20e siècle (Soila & Pyykönen 1960)	646	266	41,2%	595	337	56,6%	<b>0,73</b>
Zoetermeer - Néerlandais, fin 20e siècle (Van Saase, Van Romunde <i>et al.</i> 1989 résumé)			3,5%			9,2%	<b>0,38</b>
États-uniens - consultations, fin 20e siècle (Wilson, 1990 #151)}		27			95		<b>0,28</b>
États-uniens - consultations pour arthrose, fin 20e siècle (Cushnaghan & Dieppe 1991)	95	18	19,0%	206	85	41,2%	<b>0,46</b>

tableau 43: comparatif du rapport coxarthrose / gonarthrose (C/G) dans divers échantillons de populations d'origine européenne classées par ordre chronologique.

Il n'y a donc pas une évolution nette du rapport C/G. Sur ces quelques exemples pourtant, la coxarthrose est toujours plus fréquente que la gonarthrose avant 1350 et toujours moins fréquente après 1900. Si d'autres études pourraient affiner cette remarque, ces quelques échantillons de populations d'origine européenne montrent effectivement une tendance générale à la baisse du rapport C/G au cours du temps. Cette décroissance n'est pas observée sur les deux périodes étudiées à Notre-Dame-du-Bourg où la coxarthrose reste plus fréquente que la gonarthrose.

L'examen des prévalences montre qu'il s'agit plus d'une augmentation de la prévalence de la gonarthrose que d'une diminution de la coxarthrose. Les explications évoquées par Rogers & Dieppe (1994) et Waldron (1995) sont l'apparition de la méniscectomie à l'époque contemporaine et l'augmentation de l'obésité. Ces explications peuvent s'appliquer au 20<sup>e</sup> siècle, mais pas aux périodes les plus anciennes. Les variations de prévalence sont telles qu'il est bien difficile de se prononcer sur la significativité de ces variations de C/G. Surtout, il nous semble restrictif de n'isoler que l'obésité parmi les multiples étiologies connues ou suspectées de ces affections. Il faudrait connaître avec précision la prévalence des pathologies malformatives de la hanche, l'influence de l'activité ou encore des traumatismes.

### 10- L'arthrose de la cheville (photographie 6)

Elle s'observe surtout après une fracture de la jambe ou du pied, elle est très rarement ou jamais primitive (Lievre, Lievre *et al.* 1956 ; Simon, Blotman *et al.* 1980 ; Mazières & Arlet 1987 ; Ryckewaert 1987). Aucune association entre une activité et l'arthrose de la cheville n'a été clairement mise en évidence (Huch, Kuettner *et al.* 1997), mais certaines activités physiques modernes (football) la favoriserait (Felson 1988).

Alors que la cheville et le genou supportent le même poids, la cheville est 8 à 10 fois moins atteinte par l'arthrose que le genou (Huch, Kuettner *et al.* 1997). Plusieurs explications ont été avancées pour expliquer ce paradoxe : différence d'épaisseur du cartilage (fin et de taille régulière dans la cheville, taille variable pour le genou), congruence des surfaces articulaires, répartition des forces mécaniques, voire des facteurs liés à l'évolution humaine vers la bipédie (Huch, Kuettner *et al.* 1997).

		Nombre d'articulations étudiées N	Arthrose		Khi <sup>2</sup>
			+	%	
Ensemble échantillon		118	3	2,5%	
Période	3A	44	1	2,3%	NS
	4	59	2	3,4%	
Sexe	Hommes	57	3	5,3%	NS
	Femmes	61	0	0,0%	
Âge	Moins de 50 ans	72	0	0,0%	NS
	Plus de 50ans	26	2		

tableau 44: épidémiologie de l'arthrose de la cheville à Notre-Dame-du-Bourg.

Trois cas seulement sont retrouvés dans l'échantillon, chez deux hommes de la période « 4 » (un décédé après l'âge de 30 ans, l'autre après 50 ans) et un chez un homme de la



période « 3A » mort après l'âge de 50 ans. Mais aucun test statistique n'est pertinent avec un signe si rare (tableau 44). Sur ces 3 cas d'arthrose de la cheville retrouvés, aucun signe de traumatisme primitif n'est décelé. Mais il est possible que l'évolution arthrosique de l'os puisse cacher une fracturation minime. Il faut aussi tenir compte des traumatismes ligamentaires et cartilagineux qui ne laisseront aucun signe directement visible sur l'os.

Échantillon	N	Arthrose de la cheville		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total (1)	118	3	2,5%	
Notre-Dame-du-Bourg, moins de 50 ans (2)	72	0	0%	
Notre-Dame-du-Bourg, plus de 30 ans (3)	67	3	4,5%	
Notre-Dame-du-Bourg, éburnation (4)	105	0	0%	
Britanniques de 900 à 1850 après J.-C. (Rogers, Shepstone <i>et al.</i> 2004) sur ostéophytes	551	4	0,8%	* <sup>1</sup>
Britanniques de 900 à 1850 après J.-C. (Rogers, Shepstone <i>et al.</i> 2004) sur éburnation	551	1	0,2%	* <sup>4</sup>
Hongrois du 10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Pálfi 1992) diagnostic non précisé	152	3	2%	* <sup>1</sup>
Américains avec symptômes d'arthrose (Cushnaghan & Dieppe 1991)	500	22	4,4%	* <sup>1</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, tous âges radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	619	151	24,4%	TS <sup>1</sup>
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, plus de 50 ans radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	234	124	53%	
Finlandais 20 <sup>e</sup> siècle, moins de 50 ans radiologie (Soila & Pyykönen 1960)	385	27	7%	* <sup>2</sup>
États-uniens contemporains (Muehleman cité in Huch, Kuettner <i>et al.</i> 1997) anatomo-pathologie	50	9	18%	* <sup>1</sup>
États-uniens contemporains (Huch, Kuettner <i>et al.</i> 1997) anatomo-pathologie	78	5	6%	* <sup>1</sup>
Amérindiens chasseurs-cueilleurs préhistoriques de plus de 30 (Bridges 1991)	117	13	11,1%	NS <sup>3</sup>
Amérindiens chasseurs-cueilleurs préhistoriques entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	78	6	7,7%	* <sup>2</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge plus de 30 ans (Bridges 1991)	104	3	2,9%	* <sup>3</sup>
Amérindiens agriculteurs du Mississippi, Moyen Âge entre 30 et 50 ans (Bridges 1991)	80	1	1,3%	* <sup>2</sup>

tableau 45: comparaison des taux d'arthrose de la cheville entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. S = significatif (p<0,05) TS = très significatif (p<0,001) ; le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg avec lequel est réalisée le test.

Dans les études sur os sec, les taux de prévalence restent constamment faibles, à moins de 8%, et même moins de 5% en excluant les chasseurs-cueilleurs préhistoriques de Bridges (1991). Contrairement aux arthroses de l'épaule et du coude, cette rareté est cohérente entre les études cliniques et sur os sec.

## 11- Synthèse sur l'arthrose

Les différents problèmes liés à l'arthrose ont pu être évoqués séparément dans les différentes parties de ce chapitre. Nous présentons ici une synthèse globale portant sur plusieurs points.

- **L'arthrose à Notre-Dame-du-Bourg**

L'arthrose est une affection globalement fréquente à Notre-Dame-du-Bourg. À part la cheville où l'arthrose est rare, les autres articulations étudiées (épaule, coude, poignet, hanche et genou) ont des taux de prévalence variant entre 15 et 30%. Près des deux tiers des individus adultes présentent au moins un site atteint.

Aucune différence significative d'atteinte n'est observée entre les côtés. L'âge reste un facteur essentiel dans cette affection dégénérative.

Contrairement à l'épidémiologie contemporaine, il n'y a pas plus de gonarthrose chez les femmes à Notre-Dame-du-Bourg. Une moindre fréquence de l'obésité ainsi que des différences d'activités physiques sont proposées pour expliquer cette absence de différence sexuelle.

Une seule différence diachronique est significative entre les périodes « 3A » (11<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> siècle) et « 4 » (16<sup>e</sup>-17<sup>e</sup> siècle) : l'augmentation de la fréquence de l'arthrose du coude chez les hommes. Une modification de l'activité physique manuelle pourrait en être à l'origine.

- **Maladie hyperostosante et arthrose**

La maladie hyperostosante présente un problème particulier pour le diagnostic de l'arthrose. Ce sont deux affections bien différentes (voir page 105), elles ont pourtant en commun une production osseuse pouvant entraîner des confusions. L'ostéophyte de l'arthrose se développe au niveau de l'insertion osseuse de la membrane synoviale. L'ostéophyte de l'enthésopathie (ou enthésophyte) est produit à partir de l'insertion sur l'os d'un tendon ou d'un ligament. Si certains décrivent une différence nette entre ces deux formations (Mazières, Morlock *et al.* 1991), il nous semble difficile en pratique paléopathologique de pouvoir les distinguer quand l'enthésophyte se développe en situation para-articulaire.

À Notre-Dame-du-Bourg, 36 individus ont été considérés comme possiblement atteints de maladie hyperostotique, surtout sur la multiplicité des enthésophytes (voir page 105). L'épidémiologie de ces 36 individus n'est pas comparable à l'échantillon général de Notre-Dame-du-Bourg. Il s'agit surtout d'hommes (80,5%) âgés (86,1% ont plus de 50 ans). La répartition est équivalente entre les périodes (13 vivaient pendant la période « 3A » et 18 pendant la période « 4 »).

Existe-t-il une relation entre l'arthrose et la maladie hyperostotante ? Pour comparer des échantillons analogues, nous ne prendrons donc en compte que les hommes de plus de 50 ans à Notre-Dame-du-Bourg (tableau 46).

Hommes de plus de 50 ans		Individus suspects d'hyperostose		Individus sans hyperostose		Stat
		N	% d'arthrose	N	% d'arthrose	
Coude	Ostéophytes	19	57,9%	63	31,7%	S
	Altération de surface	19	31,6%	51	27,5%	NS
	Éburnation	19	5,3%	61	4,9%	NS <sup>1</sup>
	Arthrose +	19	68,4%	63	41,3%	S
Genou	Ostéophytes	18	61,1%	55	32,7%	S
	Altération de surface	18	44,4%	55	9,1%	S <sup>1</sup>
	Éburnation	18	5,6%	55	1,8%	NS <sup>1</sup>
	Arthrose +	13	76,9%	45	40,0%	S

tableau 46 : comparaison des atteintes d'arthrose du coude et de gonarthrose entre les échantillons avec et sans maladie hyperostotique. Les tests statistiques sont réalisées avec le test du  $\chi^2$  sauf <sup>1</sup> avec le test exact de Fisher, NS=non significatif ( $p>0,05$ ) S = significatif ( $p<0,05$ )

Malgré des échantillons assez réduits, des différences statistiquement significatives émergent. Pour les deux localisations d'arthrose étudiées, les ostéophytes sont plus fréquents chez les hyperostotiques, confirmant l'hypothèse de départ d'une forte corrélation entre la production d'ostéophytes et d'enthésophytes. Cette différence se répercute aussi sur la prévalence globale de l'arthrose. Non seulement la maladie hyperostotante coexiste avec l'arthrose (taux de l'altération de la surface articulaire et de l'éburnation), mais elle semble aussi favoriser sa survenue (surtout au niveau du genou, voir Mazières, Morlock *et al.* 1991). Rogers, Shepstone *et al.* (2004) ont suggéré récemment que l'arthrose et la maladie hyperostotante pouvaient être deux composantes d'une même affection systémique de l'os mais nous restons sceptiques face à cette hypothèse encore peu étayée et qui rassemble deux affections aux mécanismes différents.

Des auteurs ont choisi d'extraire les individus suspects d'hyperostose de leur échantillon d'étude de l'arthrose (Crubézy, Goulet *et al.* 2002). Nous avons choisi de les garder pour plusieurs raisons. D'une part la détermination des hyperostotiques uniquement sur le

squelette appendiculaire est délicate et encore peu validée et utilisée, les comparaisons avec la plupart des études antérieures ne pourraient être assurées. D'autre part la coexistence entre les deux affections existe. Enfin, cette exclusion de l'échantillon concerne surtout une population ciblée, les individus mâles âgés, ce qui n'est pas sans conséquence sur les résultats statistiques.

- **Comparaisons entre études et méthodologie**

Parce qu'il n'existe pas de diagnostic consensuel d'arthrose en paléopathologie, le problème des comparaisons entre études est particulièrement aigu pour l'arthrose (Jurmain 1995). Plusieurs sources de biais se surajoutent : multiplicité des méthodes de diagnostic, importante variabilité intra et inter-observateur, biais de recrutement lié à l'âge et à la maladie hyperostosante. Bien sûr, les comparaisons les plus valables restent celles effectuées entre des échantillons différents au cours d'une même étude et avec un même protocole (Jurmain 1977b ; 1977a ; Bridges 1991 ; Waldron 1995 ; Inoue, Hukuda *et al.* 2001). Mais pour parfaire notre connaissance sur l'arthrose ancienne et permettre des comparaisons fiables, il serait bon qu'une méthodologie consensuelle et cohérente puisse être utilisée par la communauté des chercheurs. Quelques points nous semblent importants à intégrer dans la méthodologie :

- Donner des résultats de prévalence d'arthrose pour l'ensemble de l'articulation, et pas seulement pour chaque surface articulaire. Ces derniers résultats pouvant servir pour détailler le mode d'atteinte et d'apparition de l'arthrose mais pas pour coter sa fréquence.
- Donner le détail des atteintes d'ostéophytes, d'altération de la surface articulaire et d'éburnation, pour permettre des comparaisons.
- Donner le détail épidémiologique des atteintes, en particulier séparer les âges et les sexes. Une analyse plus fine de l'épidémiologie peut alors être tentée.
- Inutilité de présenter des résultats globaux sur l'arthrose, seuls peuvent être intéressants des résultats détaillés par articulation.
- Définir s'il faut éliminer ou non les individus atteints de maladie hyperostosante, et si oui, en définir précisément les critères diagnostics.

Il ressort clairement des différents sites étudiés à Notre-Dame-du-Bourg que le diagnostic d'arthrose ne peut se faire que par association des 3 signes d'arthrose. Seule l'éburnation pourrait être négligée pour le diagnostic car elle n'apparaît jamais de façon isolée mais ce signe reste important pour les comparaisons entre études. L'ostéophyte reste

essentiel au diagnostic mais il pose des problèmes de spécificité, dont le diagnostic différentiel avec la maladie hyperostosante. L'altération de la surface articulaire est sans doute le meilleur signe pour le diagnostic d'arthrose, mais il ne pourrait être utilisé seul.

L'âge est un point important à prendre en compte car l'arthrose est une atteinte à la fois dégénérative (augmentation de l'incidence avec l'âge) et cumulative (les lésions constituées ne régressent pas). Il est donc essentiel de comparer des échantillons d'âges équivalents en sélectionnant une tranche d'âge dont les deux limites extrêmes sont fixées, par exemple les adultes de moins de 50 ans. Seule est alors étudiée l'arthrose « précoce » mais cela permet d'isoler les populations les plus atteintes. Un bon exemple sont les Inuits d'Alaska étudiés par Jurmain (1977b) : ils ont beaucoup plus d'arthrose que les autres échantillons étudiés mais meurent plus tôt. Si l'âge n'est pas pris en compte, cette grande prévalence de l'arthrose n'apparaît pas significative.

La méthode de détermination de l'âge au décès utilisée à Notre-Dame-du-Bourg (Schmitt & Broqua 2000 ; Debono, Mafart *et al.* 2004a) pourrait introduire un biais méthodologique. Cette détermination est en effet basée sur la dégénérescence de type arthrosique de l'articulation sacro-iliaque. Cette articulation à mobilité réduite est moins sujette que d'autres à des modifications de type mécanique. Mais d'autres facteurs physiopathologiques de l'arthrose pourraient intervenir sur sa dégénérescence. Les groupes d'âge que nous avons déterminé sont donc liés à une forme d'arthrose locale. Chez un individu possédant des localisations multiples d'arthrose, la détermination d'âge pourrait donc être surévaluée.

- **Corrélation anatomo-radio-clinique**

Ce point nous semble insuffisamment pris en compte dans les travaux paléopathologiques, bien qu'il soit à l'origine de nombreuses erreurs d'interprétation. Le même vocable « d'arthrose » rassemble en fait des entités différentes selon les points de vue. Nous avons déjà insisté sur les différences entre les diagnostics cliniques, radiologiques et paléopathologiques. Il a été montré d'ailleurs la faible sensibilité du dépistage radiologique par rapport au diagnostic paléontologique : sur 16 arthroses du genou diagnostiquées à l'examen visuel direct, 2 seulement (12,5%) ont été repérées sur radiographie par un praticien confirmé (Rogers, Watt *et al.* 1990).

L'arthrose clinique et l'arthrose paléopathologique se rapportent à une même entité nosologique globale. Mais la différence importante entre les signes pris en compte ne permet pas un parallélisme satisfaisant entre les deux diagnostics qu'il nous semble dangereux de

vouloir réunir. Pour plusieurs localisations (arthrose du coude, de l'épaule, du poignet) nous avons noté une discordance entre la rareté clinique et la relative fréquence sur os secs.

Pour réduire cette discordance de prévalence, certains auteurs choisissent de diagnostiquer plus drastiquement les articulations arthrosiques, par exemple en ne retenant que l'éburnation. Les taux sont alors effectivement plus faibles mais nous ne pensons pas que la corrélation soit meilleure, certaines arthroses douloureuses n'ayant pas forcément une expression anatomo-pathologique spectaculaire. Autrement dit, rien n'indique que l'importance des signes anatomiques soit corrélée à l'intensité des douleurs ressenties.

Il convient donc pour l'arthrose de ne pas comparer des prévalences issues d'études cliniques à celles basées sur des observations anatomiques (anatomo-pathologie, radiologie ou paléopathologie). Il sera ainsi évité des erreurs d'interprétation.

- **Propositions étiologiques**

Grâce aux études médicales modernes, nous pouvons proposer un tableau synthétisant les étiologies des différentes atteintes d'arthrose clinique (tableau 47).

Localisation	Âge	Activité	Obésité	Traumatismes
Épaule	+++			
Coude	+	+++		+
Poignet				+
Hanche	++	+	++	++
Genou	+	+	+++	+
Cheville				+++

tableau 47: influence des étiologies sur les différentes atteintes d'arthrose

Il faut bien entendu rester prudent sur un parallélisme exact de ces étiologies avec des populations disparues : la gonarthrose montre l'exemple d'une épidémiologie contemporaine différente de celle de notre échantillon.

Cependant, les prévalences de Notre-Dame-du-Bourg montrent effectivement un lien fort entre l'arthrose de l'épaule et l'âge. Nous avons aussi retenu l'activité comme un élément déterminant dans la survenue de l'arthrose de coude.

- **Signification de l'arthrose**

L'arthrose est une affection très courante (au moins un adulte sur deux en est atteint au cours de sa vie). Certains auteurs se sont étonnés d'une telle différence de prévalence entre les séries archéologiques et les études cliniques actuelles. Ils en ont conclu à une différence d'activité. Nous venons de souligner qu'il s'agit souvent d'une confusion entre une prévalence clinique forcément différente d'une prévalence anatomique.

Les facteurs d'activité influent sur la survenue d'arthrose mais ils partagent cette étiologie avec tant d'autres facteurs qu'il est souvent difficile de les isoler. Certains résultats semblent même paradoxaux : la course à pied n'accroît pas la fréquence d'arthrose des membres inférieurs (Lane, Bloch *et al.* 1986 ; Panush, Schmidt *et al.* 1986 ; Lane, Bloch *et al.* 1990) et l'effet sur le coude de l'utilisation de marteaux pneumatiques reste incertain (Ruelle, Dubois *et al.* 1965 ; Jurmain & Kilgore 1995). Il faut éviter un raisonnement tautologique : présupposer une activité puis tenter de la retrouver dans l'arthrose. Plus téméraire encore est la démarche inverse : extrapoler l'activité à partir de l'arthrose. Certaines articulations comme le coude sont probablement plus que d'autres sensibles aux effets de certaines activités, mais là encore il faut interpréter avec prudence.

La question de savoir si la prévalence de l'arthrose est liée au mode de vie est une des questions cruciales de la paléorhumatologie selon Dieppe (1985). Mais les différentes études de Jurmain (1977b ; 1977a), Bridges (1991 ; 1993), Knussel (1993), Walker (1989) montrent que les résultats retrouvés sont contradictoires. Dans une étude analysant 25 échantillons de populations américaines, Bridges (1992 cité in Larsen 1997) ne conclut pas en une claire association entre l'arthrose et le mode de subsistance : « Même si l'arthrose semble atteindre plus les populations chasseurs-cueilleurs, il est impossible en analysant seulement l'arthrose de déterminer le mode de subsistance de ces populations. » L'arthrose est un ensemble nosologique dont il est très difficile pour les rhumatologues actuels de mettre en évidence les

effets de tels ou tels facteurs étiologiques. C'est encore plus difficile pour des populations disparues pour lesquelles nous manquons d'importantes données sur les modes de vie ou l'état de santé. En définitive, nous nous rapprochons de la position de cet auteur qui après de nombreux travaux estime que retrouver un lien entre une lésion arthrosique et une activité spécifique « *represent an extremely hazardous intellectual venture* » (Jurmain & Kilgore 1995). L'arthrose ne nous apparaît pas comme un bon « marqueur osseux d'activité », son étude n'en est pas vaine pour autant puisqu'elle représente une pathologie fréquente et universellement répandue. Mais il faut la considérer pour ce qu'elle est, une pathologie complexe aux étiologies multiples, et non comme un simple reflet d'activité. Certaines étiologies sont aujourd'hui bien identifiées, mais peut-être faut-il attendre des progrès dans la connaissance de sa physiopathologie et de ses étiologies pour mieux comprendre la signification individuelle et collective de l'arthrose.





## MALADIE HYPEROSTOSANTE

( = *Diffuse Idiopathic Skeletal Hyperostosis* = *DISH* = Maladie de Forestier)

D'abord décrite par le français Meyer en 1938 voire le russe Bechterev à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, la maladie hyperostosante a été pour la première fois étudiée systématiquement en 1950 par Forestier et Rotes-Quérol. Mafart (1979 ; 1983) en propose la première description paléopathologique sur une colonne vertébrale de La Gayole (11<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> siècle). La forme vertébrale porta longtemps le nom de Maladie de Forestier avant que Resnick (1975) propose le terme de *Diffuse Idiopathic Skeletal Hyperostosis (DISH)* en étendant l'affection à d'autres localisations périphériques. Nous choisirons le terme français descriptif de maladie hyperostosante (Arlet 1992 ; Pappone, Di Girolamo *et al.* 1996).

L'atteinte classique est une ossification du Ligament longitudinal antérieur du rachis atteignant d'abord deux puis plusieurs vertèbres. Il se forme un aspect de coulée osseuse sur la face antérieure et souvent latérale droite de la colonne vertébrale (photographie 7). L'atteinte des vertèbres thoraciques est quasi-constante, très fréquentes sur les lombaires et un peu moins sur les cervicales. D'autres ligaments vertébraux (longitudinal postérieurs et ligament jaune) peuvent aussi se calcifier. À ces atteintes vertébrales s'ajoutent des atteintes périphériques à type d'enthésophytes péri-articulaires. Les sites périphériques les plus souvent atteints sont le calcanéum, la crête iliaque, la patella, l'olécrâne, le grand et le petit trochanter. En fait, toutes les entèses peuvent être atteintes. Les localisations périphériques précèdent parfois les atteintes vertébrales (Resnick, Shaul *et al.* 1975 ; Utsinger 1985 ; Malhotra, Lally *et al.* 1986 ; Morlock, Dessauw *et al.* 1989 ; Arlet 1992 ; Beyeler, Schlapbach *et al.* 1992 ; Weinfeld, Olson *et al.* 1997 ; Ehara, Shimamura *et al.* 1998 ; Sarzi-Puttini & Atzeni 2004).

La maladie hyperostosante est peu voire pas du tout symptomatique. Un enraidissement rachidien ou des douleurs sont les signes les plus fréquents mais ils sont peu spécifiques. Le diagnostic est essentiellement radiologique chez le vivant (Rothschild 1985 ; Utsinger 1985).

Les études épidémiologiques montrent une nette prédominance masculine. La maladie hyperostosante apparaît tard dans la vie, presque toujours après 50 ans. Elle est très fréquente dans la population âgée : chez les plus de 50 ans, la prévalence est de 10% à 20% chez les hommes et de 6% à 15% chez les femmes (Henrard & Bennett 1973 ; Resnick, Shaul *et al.* 1975 ; Utsinger 1985 ; Weinfeld, Olson *et al.* 1997). Il existerait des différences selon l'origine ethnique : les populations caucasiennes seraient plus atteintes que les populations d'origine africaine, asiatique ou amérindienne (Weinfeld, Olson *et al.* 1997).

Des liens statistiques sont observés avec le diabète ou la goutte mais l'étiologie reste inconnue. Même les études les plus récentes ne concluent qu'en une « étiologie complexe environnementale, génétique, endocrinienne de phénomènes provoquant un déséquilibre de l'activité ostéoblastique / ostéoclastique » (Sarzi-Puttini & Atzeni 2004).

L'intérêt que nous portons ici à cette pathologie est la confusion qu'elle peut entraîner avec les enthésopathies voire l'arthrose. Sa prévalence élevée dans la population âgée en fait un diagnostic différentiel important à prendre en compte. La maladie hyperostosante existe avec une prévalence importante aussi chez des populations anciennes : Crubézy & Crubézy-Ibanez (1993) la diagnostiquent chez 11,5% des 78 individus de plus de 30 ans sur une série médiévale toulousaine et Waldron (1984) chez 8,6% des 35 individus du Prieuré de Merton (Grande-Bretagne, 1140-1540 après J.-C.). Nous avons cherché à déterminer les individus atteints d'une maladie hyperostosante pour les extraire de l'échantillon d'étude des enthésopathies.

Le critère diagnostique le plus utilisé est celui proposé par Resnick (1975) où la maladie hyperostosante est définie par l'observation radiologique d'une ossification continue antéro-latérale sur au moins 4 vertèbres thoraco-lombaires. Cette définition ne prend pas en compte les localisations périphériques, parfois au premier plan. Utsinger (1985) propose un diagnostic de maladie hyperostosante « sûr » si le critère de Resnick est observé, « probable » si au moins 2 vertèbres sont atteintes et « possible » s'il est observé des enthésopathies (à la corticale non remaniée) intéressant de façon symétrique l'insertion achilléenne, l'olécrâne et la partie supérieure de la patella. Ces critères ont déjà été utilisés en paléopathologie par Crubézy & Crubézy-Ibanez (1993) car ils intègrent non seulement l'hyperostose vertébrale mais aussi les atteintes à prédominance appendiculaire. Morlock, Dessauw *et al.* (1991) montrent qu'il n'est pas possible de baser le diagnostic sur un nombre limité d'enthèses, mais que c'est « la combinaison de la fréquence, de l'intensité et de l'étendue des lésions qui permet d'évoquer la maladie sans la référence à l'atteinte axiale ».

À Notre-Dame-du-Bourg, l'étude des vertèbres est rendue très difficile par leur médiocre état de conservation. Seuls quelques blocs vertébraux heureusement conservés pourront être observés, sans évaluation possible de leur prévalence. Sur 28 blocs vertébraux retrouvés, 20 sont compatibles avec le diagnostic de maladie hyperostosante. Pour 3 blocs, les lésions sont typiques de l'affection. Notons que ces atteintes vertébrales sont majoritairement rencontrées chez les hommes (9 hommes pour une femme), âgés (6 décédés après 50 ans et 2 avant cet âge, mais tous avaient plus de 30 ans). La moitié des individus à qui appartenaient ces blocs vertébraux ont plus de 50% d'atteintes enthésopathiques. La période « 4 » est

particulièrement représentée (16 appartiennent à la période « 4 », 2 à la période « 3A », 1 à la période « 1 » et 1 à une période indéterminée).

Nous avons cherché à intégrer le critère d'Utsinger (1985) sur le squelette appendiculaire. Pour seulement 33 individus (4,6% de l'échantillon total étudiable) les deux ulnas, calcanéums et patellas sont conservés. Aucun ne présente une atteinte des 3 sites bilatéraux comme requis. Les critères proposés par Utsinger (1985) ne peuvent donc pas être utilisés en pratique à Notre-Dame-du-Bourg en raison d'un état global de conservation trop médiocre. Nous proposons une autre approche pour isoler des individus possiblement porteurs de la maladie hyperostosante.

Un décompte est effectué sur les 26 sites (13 bilatéraux) d'enthésopathies examinés. Le tableau 48 décrit le nombre d'atteintes proportionnelle au nombre de sites présents sur un échantillon limité aux 422 individus dont 10 sites au moins sont examinables (nombre retenu par Morlock, Dessauw *et al.* 1991).

Taux d'atteinte (nombre de sites atteints/nombre de sites examinés)	N
0%	23 (5,5%)
1 à 10%	49 (11,6%)
10 à 20 %	115 (27,3%)
20 à 30 %	109 (25,8%)
30 à 40%	57 (13,5%)
40 à 50%	33 (7,8%)
50 à 60%	26 (6,2%)
60 à 70%	5 (1,2%)
70 à 80%	4 (0,9%)
80 à 90%	1 (0,2%)
90 à 100%	0 (0,0%)

tableau 48 : répartition du taux d'enthésopathies dans un échantillon possédant plus de 10 sites examinables

Pour dépister la maladie hyperostosante sur un échantillon archéologique (forcément fragmentaire), nous proposons comme critères : présence soit d'un bloc vertébral évocateur de maladie hyperostosante, soit plus de 50% d'atteintes enthésopathiques sur au moins 10 sites observables. Nous insistons sur le fait qu'il ne s'agit ici que d'une approche de dépistage, possédant des faiblesses méthodologiques puisque ne prenant pas forcément en compte l'état des vertèbres et n'incluant que les individus dont au moins 10 sites d'enthésopathies sont observables. L'objectif est de biaiser le moins possible la prévalence

des atteintes enthésopathiques d'activité par des enthésopathies liés à une pathologie systémique.

À Notre-Dame-du-Bourg, les 36 individus ayant plus de 50% d'atteintes enthésopathiques comprennent 6 individus possédant des blocs vertébraux. À ce groupe nous rajoutons le seul bloc vertébral hyperostotique qui ne fait pas partie du premier échantillon. Nous excluons par contre un individu (sexe indéterminé, période « 4 ») mort jeune, entre 15 et 25 ans (crêtes iliaques non soudées). S'il possède de nombreuses localisations enthésopathiques, son jeune âge exclut qu'il puisse s'agir d'une maladie hyperostotante (Mafart 1983). Il s'agissait peut-être donc d'une affection rhumatismale inflammatoire. Le nombre final d'individus suspects de maladie hyperostotante s'élève donc à 36 (soit 8,8% de l'échantillon total étudiable).

Remarquons que ce taux de présence est presque identique à la prévalence de l'affection diagnostiquée par Crubézy & Crubézy-Ibanez (1993). Au sein de l'échantillon de ces 36 individus, les localisations les plus atteintes sont par ordre décroissant l'insertion du biceps brachial sur le radius (91%), l'insertion du grand pectoral (90%), l'insertion du tendon d'Achille (84%), l'insertion du grand rond (82%) et les enthésopathies patellaires (79%). À part les deux localisations sur l'humérus, ce sont les mêmes localisations les plus atteintes chez Crubézy & Crubézy-Ibanez (1993). Il s'agit surtout d'individus masculins et âgés (tableau 49). La répartition diachronique est équivalente entre les périodes « 3A » et « 4 ». La prédominance des hommes âgés est déjà retrouvée dans des populations anciennes et avec un diagnostic proche (Crubézy & Crubézy-Ibanez 1993 ; Rogers, Shepstone *et al.* 2004). L'épidémiologie des quelques cas diagnostiqués ici évoque bien l'épidémiologie de la maladie hyperostotante actuellement.

Période	Nombre	Sexe	Nombre	Âge	Nombre
1	1	Masculin	22	Jeune	0
2	1	Féminin	6	Mature	2
3A	13			Âgé	20
3B	4			Plus de 30 ans	5
4	17			Moins de 50 ans	1
<b>Total</b>	<b>36</b>		<b>28</b>		<b>28</b>

tableau 49: épidémiologie des 36 individus possiblement atteints de maladie hyperostotante

## LES ENTHÉSOPATHIES

### 1- Introduction

Le terme d'enthèse (du grec ενθεσις, enthesis = insertion) définit l'insertion osseuse d'un tendon ou d'un ligament. L'enthèse et sa pathologie, l'enthésopathie, sont deux notions assez récentes en médecine (le terme est proposé par Niepel en 1979). Les paléopathologistes y ont vu un témoin pour mieux appréhender les activités quotidiennes des populations anciennes. Certains ont même pu considérer les enthésopathies comme un équivalent osseux de la tracéologie microscopique sur les outils préhistoriques. Mais des doutes se sont dressés plus récemment sur les diverses interprétations qui ont été avancées.

Par l'étude de certains sites enthésopathiques dans la population de la nécropole de Notre-Dame-du-Bourg, nous avons voulu (i) étudier et comparer avec d'autres échantillons la prévalence de ces enthésopathies (ii) discuter la signification des enthésopathies.

### Anatomie

L'enthèse n'est pas seulement d'une description anatomique mais surtout d'un complexe physiologique fonctionnel pouvant être atteint par une altération spécifique (Lagier 1992). L'enthèse qui sera étudiée ici n'est pas le seul type d'insertion musculaire, certains muscles s'insérant aux os par de vastes zones périostées.

L'enthèse se divise en 4 zones histologiques qui se transforment progressivement de l'une à l'autre : tendon ou ligament, fibrocartilage non minéralisé, fibrocartilage minéralisé puis enfin os (Resnick & Niwayama 1983 ; Ippolito, Ferretti *et al.* 1987 ; Kenesi & Tallineau 1991).

La résistance à la traction d'une fibre tendineuse est très élevée (6kg/mm<sup>2</sup>), elle est maximale chez l'adulte jeune, un peu plus faible chez l'enfant et le vieillard. Il n'y a pas de différence de résistance entre les hommes et les femmes. La résistance de l'enthèse elle-même n'a pas été mesurée mais varie d'après Kenesi & Tallineau (1991) selon le type d'amarrage osseux (figure 4).

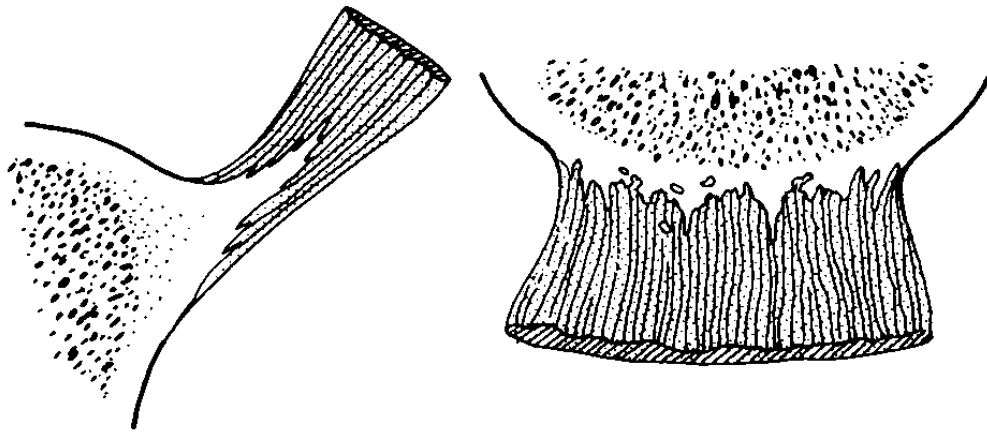


Figure 4: deux types de production osseuse, en épine à gauche, large et irrégulière à droite

### Anatomo-pathologie

L'enthésopathie est définie soit par une néoformation osseuse, soit par un défaut osseux au site de l'enthèse (Lagier 1991 ; Fournié & Fournié 1992).

La néoformation osseuse est appelée « ostéophyte » ou parfois « enthésophyte » pour les distinguer des ostéophytes de l'arthrose (Lagier 1991). La détérioration tendineuse ou ligamentaire avec rupture de faisceaux peut parfois mener à des pertes de substance (Chadwick 1989) et des déhiscences que Husson, Chauveaux *et al.* (1991) appellent des « géodes poly-microtraumatiques par arrachement ».

Les enthésopathies peuvent avoir plusieurs étiologies :

- a) Des affections inflammatoires chroniques peuvent produire des enthésophytes, en particulier les **spondylarthropathies inflammatoires** (Paolaggi 1987 ; Paolaggi 1991 ; Fournié & Fournié 1992). Il s'agit d'un groupe de maladies rares (l'incidence est de 5‰ dans les populations occidentales) liées à un même substratum génétique et caractérisées par des atteintes inflammatoires touchant spécifiquement les enthèses. Les localisations particulièrement touchées sont les articulations inter-vertébrales, le bassin, les épaules, les calcaneums, l'extrémité des doigts et des orteils. Les enthésopathies apparaissent précocement car ces affections inflammatoires atteignent souvent des adultes jeunes.
- b) **Maladie hyperostosante** (voir page 105), caractérisée par des ponts osseux para-vertébraux, mais aussi des enthésophytes sur le reste du squelette.

- c) Certaines **affections métaboliques** peuvent provoquer des enthésopathies comme le diabète, l'hyper- et hypo-parathyroïdie, l'acromégalie, les arthropathies micro-cristallines comme la goutte ou la chondrocalcinose (Resnick & Niwayama 1983 ; Paolaggi 1987).
- d) **Activité et micro-traumatismes** s'intriquent avec la **dégénérescence** de l'enthèse pour réaliser des micro-ruptures tendineuses favorisées par les efforts (Durigon & Paolaggi 1991 ; Husson, Chauveaux *et al.* 1991 ; Lagier 1991). L'évolution naturelle est la guérison avec formation de cal osseux. L'hypersollicitation musculaire chez des sportifs modernes peut provoquer des altérations de l'insertion tendineuse (Paolaggi 1987).

### **Physiopathologie des enthésopathies mécaniques :**

Quatre éléments physiopathologiques interviennent dans la formation d'une enthésopathie mécanique (Husson, Chauveaux *et al.* 1991 ; Rodineau 1991):

- les transmissions à l'os de contraintes exagérées,
- La diminution de la résistance osseuse, dues à des prédispositions anatomiques ou au vieillissement,
- La diminution des qualités mécaniques du tendon, surtout par l'appauvrissement vasculaire,
- La rigidification musculo-tendineuse lors de la contraction musculaire qui augmente le risque de rupture à l'enthèse, alors qu'une contrainte exagérée sur un muscle relâché favorise plutôt le déchirement musculaire. Ce dernier facteur semble le plus important.

« La surcharge mécanique dépasse alors les capacités de résistance de l'enthèse. Il en résulte des micro-ruptures suivies d'un processus de réparation » (Paolaggi 1987). La cicatrisation peut comprendre un remodelage osseux qui va modifier l'aspect de l'enthèse sur l'os sec. L'enthésopathie serait donc la résultante de quelques épisodes traumatiques et non d'une activité physiologique, même répétitive.



### **Intérêt en paléoanthropologie**

Cette dernière distinction a été assez peu discutée par les paléopathologistes qui ont surtout retenu l' « hyper-activité mécanique » comme étiologie des enthésopathies. Ce concept est à la base de l'utilisation des enthésopathies comme témoignage d'une activité habituelle par remodelage osseux. Il est tentant de parcourir le chemin inverse, c'est-à-dire à partir d'une enthésopathie de remonter sinon à l'activité même, du moins aux groupes musculaires sur-utilisés. De nombreux auteurs ont utilisé les enthésopathies comme un « marqueur osseux d'activité » pour déterminer l'activité de populations (Casas, Crubézy *et al.* 1986 ; Dutour 1986 ; Kennedy 1989 ; Lai & Lovell 1992 ; Pálfi 1992 ; Galera & Galera 1993 ; Hawkey & Merbs 1995 ; Peterson 1998 ; al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* 2004). Nous discuterons de la valeur de telles interprétations.

## **2- Méthode**

### **Diagnostic**

Moins encore que pour l'arthrose, il n'existe pas de définition consensuelle d'une enthésopathie sur os sec. Entre l'enthèse normale et l'enthésopathie à production osseuse exubérante, tous les niveaux d'atteintes existent suivant un *continuum*. Il est souvent difficile de déterminer les degrés d'atteinte et parfois de définir l'existence ou non de l'enthésopathie. Plusieurs classifications ont été proposées :

- Certains auteurs choisissent une définition très subjective : « nous considérons comme enthésopathique une zone d'insertion dissemblable de celle observée sur un squelette normal » (Pálfi 1997). Ce type de détermination visuelle dichotomique (présent / absent), sans définition précise, est utilisée par certains auteurs (Dutour 1986 ; Galera & Galera 1993). Malgré son caractère subjectif, cette détermination est sans doute correcte pour un même observateur bien entraîné. Elle pose par contre un problème de variabilité inter-observateur et donc de comparaison d'études.
- D'autres ont défini une échelle de graduation (Casas, Crubézy *et al.* 1986) :
  - 0 = absence de lésion
  - 1 = aspect remodelé avec peu ou pas d'exostose
  - 2 = exostose bien définie de plus de 2 mm
  - 3 = exostose de plus de 2 mm, avec aspect dense.

L'enthésopathie est définie à partir du niveau 2. Notons que cette échelle ne prend pas en considération les lésions en creux. De même certains remodelages osseux peuvent être très importants sans pour autant qu'apparaissent de réelles exostoses (enthésopathie du biceps brachial sur le radius par exemple). Parmi les auteurs ayant étudié les lésions en creux, Mafart (1984) propose une échelle spécifique des dépressions:

- absente : ni visible, ni palpable
  - esquissée : peu visible mais palpable, bords très mous
  - marquée : visible et palpable, versants obliques
  - profonde : interruption nette de la surface à ce niveau, versants subverticaux à verticaux
- Intermédiaire entre ces deux méthodes, Shaibani (1993) propose de définir l'existence d'enthésopathie par une valeur seuil de la taille des exostoses qu'il fixe à 3 mm sur os sec, valeur qu'il estime comme compatible avec un dépistage radiologique pour pouvoir comparer avec le vivant.
  - Une échelle visuelle photographique a été utilisée avec succès semble-t-il par Hawkey & Merbs (1995) et al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004). Cette méthode nécessite des photographies de très bonnes qualités. Il surtout que les images soient bien choisies, aux frontières des échelles de la cotation, pour pouvoir coter sans ambiguïté les lésions rencontrées.

Plusieurs publications ont utilisé une échelle de gravité (Hawkey & Merbs 1995 ; Peterson 1998 ; Robb 1998) qui ne nous semble pas très adaptée à la nature de l'enthésopathie. Entre l'absence de lésion et une enthèse très remaniée, tous les degrés d'atteinte existent. Or le codage sur une échelle chiffrée puis son utilisation statistique sous-entend une linéarité de l'atteinte que nous ne connaissons pas (Stirland 1998). D'autre part, ce codage oblige à mélanger des lésions différentes (par exemple entre les reliefs et les creux). Enfin les comparaisons entre les études sont difficiles avec une telle méthodologie qui n'est souvent applicable qu'à l'intérieur d'une même étude. Bridges (1993) a montré les dangers d'une telle méthode pour l'arthrose, ces réserves nous semblent tout aussi fondées pour les enthésopathies.

Comme pour le diagnostic d'arthrose, nous avons choisi d'analyser les lésions en terme de présence plutôt qu'en somme de scores. Toute lésion en creux sera relevée séparément, de même que les lésions associant relief et cavité. L'enthésopathie en relief sera ainsi définie à partir de la valeur « 2 » de Casas (1986) : enthésophytes de plus de 2 mm, l'enthésopathie en dépression sera définie à partir de la valeur « marquée » de Mafart (1984). Certaines enthésopathies présentant des caractéristiques propres, nous les définirons plus précisément.

### **Diagnostic différentiel :**

Pour restreindre l'étude des enthésopathies aux origines micro-traumatiques, il convient de pouvoir séparer les formes liées aux autres étiologies.

- Maladies rhumatismales chroniques (Pelvi-Spondylite Rhumatismale) : leur fréquence très faible (incidence de 5‰) nous incite à les négliger. Un individu possédant de nombreuses localisations enthésophytiques et mort entre 15 et 25 ans était peut-être atteint d'une maladie rhumatismale chronique. Il a été exclu de l'étude.

- Affections métaboliques : Nous les négligerons pour plusieurs raisons. La plupart des affections métaboliques en cause sont très rares. Seul le diabète est aujourd'hui une affection fréquente mais il ne favorise peut-être les enthésopathies que par l'augmentation de la prévalence de la maladie hyperostosante (Resnick & Niwayama 1983 ; Sarzi-Puttini & Atzeni 2004), que nous tenterons de déterminer.

- Maladie hyperostosante : cette affection provoque de multiples lésions ostéophytiques péri-articulaires pouvant être confondue avec une enthésopathie localisée. La maladie hyperostosante n'est pas rare en paléopathologie chez les individus âgés (Waldron 1984 ; Crubézy & Crubézy-Ibanez 1993). Afin de ne pas biaiser l'étude des enthésopathies, 36 individus présentant une maladie hyperostosante « possible » ont été exclus de l'échantillon (voir chapitre sur la maladie hyperostosante, page 105).

### **3- Matériel**

L'échantillon étudié regroupe les os des membres des adultes de Notre-Dame-du-Bourg moins ceux suspects de maladie hyperostosante. Les 7 os bilatéraux (humérus, radius, ulnas, fémurs, patellas, tibias et calcanéums) de 677 individus ont été étudiés, soit 4151 os au total. Le relevé des enthésopathies a été réalisé par nous-même.

Dans l'échantillon étudié, la distribution des âges dans les 2 périodes principales étudiées « 3A » et « 4 » est équivalente, sauf pour la tranche d'âge inférieure à 50 ans, plus fréquente dans la période médiévale (tableau 50) :

	Période « 3A »		Période « 4 »		Chi <sup>2</sup>
Individus morts après 50 ans	30/216	14%	53/322	16%	NS
Individus morts avant 50 ans	81/216	38%	80/323	25%	S
Individus morts après 30 ans	67/216	31%	102/322	32%	NS
Individus morts avant 30 ans	20/216	9%	28/323	9%	NS

tableau 50 : âge des individus étudiés suivant les périodes.

NS=non significatif ( $p>0,05$ ) S = significatif ( $p<0,05$ )

#### 4- Résultats et discussions pour chaque enthésopathie

Notre étude portera sur les 13 enthèses suivantes (tableau 51) :

Humérus	Insertion du grand pectoral
	Insertion du grand rond
Radius	Tubérosité bicipitale
	Insertion du rond pronateur
Ulna	Crête tricipitale
	Crête supinatrice
	Insertion du muscle brachial
Fémur	Fosse trochantérique
	Insertion du moyen glutéal
Tibia	Ligne soléaire
Patella	Insertion du quadriceps fémoral
Calcaneum	Tubérosité postérieure du calcaneum
	Insertion du tendon calcanéen

tableau 51 : liste des 13 sites d'enthésopathies étudiés

Les définitions, comparaisons, résultats et discussions spécifiques seront traitées séparément pour chacune des enthésopathies. Une discussion générale sera proposée ensuite.

## 1) insertions du muscle grand pectoral et du muscle grand rond sur l'humérus

Ces d'enthèses seront étudiées séparément ici bien que de nombreux auteurs présentent des résultats communs.

Le muscle grand pectoral (*M. pectoralis major*) est un muscle puissant, participant à la constitution de la paroi musculaire antérieure du thorax. Il participe à presque tous les travaux de force du membre supérieur (Paturet 1951 ; Capasso, Kennedy *et al.* 1999). Le muscle grand rond (*M. teres major*) sert principalement à la rétropulsion du bras quand celui-ci est en rotation interne. Il participe également à l'adduction. Ces deux muscles s'insèrent sur la crête du grand tubercule de l'humérus, l'insertion du grand pectoral étant situé un peu plus en avant que celle du grand rond.

L'enthèse peut être le siège d'une production enthésophytique, mais plusieurs auteurs ont remarqué la survenue fréquente de l'insertion sous forme de fosse du grand pectoral (*Fossa pectoralis*, photographie 8) et du grand rond (*Fossa teres*, photographie 9) sur l'humérus (Saunders 1978 ; Mafart 1984 ; Castex 1990 ; Mafart 1996). Ce trait semble particulièrement fréquent chez les adolescents (Mafart 1984 ; Castex 1990 ; Mafart 1996).

Nous avons retenu pour le diagnostic positif une exostose en relief marquée et anormale, et pour les fosses, la présence nette d'une dépression en éliminant les formes plates ou peu prononcées (Mafart 1984 ; al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* 2004).

La reproductibilité du recueil est médiocre. Sur la forme en relief de l'enthèse du grand pectoral, la variabilité intra-observateur est de 20% (13/65) et de 6,2% (4/65) pour la forme en dépression.

La variabilité intra-observateur de l'enthèse du grand rond est de 15,6% (10/64) sur la forme en relief et de et de 10,9% (7/64) pour la forme en dépression.

Il faudra tenir compte de cette imprécision pour les comparaisons entre les études.

		Grand pectoral						Grand rond							
		N	Relief			Dépression			N	Relief			Dépression		
			+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>		+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>
Total		674	159	(23,6%)		37	(5,5%)		672	76	(11,3%)		76	(11,3%)	
Côté	Droit	330	70	(21,2%)	NS	22	(6,7%)	NS	328	35	(10,7%)	NS	38	(11,6%)	NS
	Gauche	344	89	(25,9%)		15	(4,4%)		344	41	(11,9%)		38	(11,0%)	
Sexe	Hommes	242	80	(33,1%)	TS	22	(9,1%)	TS	241	44	(18,3%)	TS	35	(14,5%)	TS
	Femmes	228	23	(10,1%)		4	(1,8%)		228	11	(4,8%)		10	(4,4%)	
Âge	Plus de 50 ans	132	46	(34,8%)	TS	9	(6,8%)	NS	132	28	(21,2%)	TS	14	(10,6%)	NS
	Moins de 50 ans	292	49	(16,8%)		19	(6,5%)		292	22	(7,5%)		33	(11,3%)	
	Plus de 30 ans	269	74	(27,5%)	S	15	(5,6%)	NS	268	47	(17,5%)	S	27	(10,1%)	NS
	Moins de 30 ans	90	11	(12,2%)		6	(6,7%)		90	4	(4,4%)		11	(12,2%)	
15 à 25 ans	28	7	(25,0%)		3	(10,7%)		28	1	(3,6%)		6	(21,4%)		
Période	3A	233	57	(24,5%)	NS	15	(6,4%)	NS	232	31	(13,4%)	NS	24	(10,3%)	NS
	4	338	71	(21,0%)		13	(3,8%)		337	30	(8,9%)		31	(9,2%)	

tableau 52 : prévalence et épidémiologie de l'insertion du grand pectoral et du grand rond à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Il n'est pas mis en évidence à Notre-Dame-du-Bourg un côté ou une période préférentiellement atteinte par les enthésopathies en relief du grand pectoral et du grand rond (tableau 52).

Les deux enthésopathies sont plus souvent rencontrées chez les hommes et les individus âgés de plus de 50 ans. Cette répartition épidémiologique évoque une affection dégénérative et cumulative (sans retour possible à un état antérieur). Son atteinte principalement masculine peut faire évoquer un lien à l'activité.

Il faut noter une prévalence élevée de l'enthésopathie en relief du grand pectoral chez les adultes morts très jeunes (7 cas sur 28 humérus), ce qui est en contradiction avec l'évolution générale précédemment décrite. Parmi ces 7 enthésopathies en relief, 2 sont associées avec une enthésopathie en creux (peut-être s'agit-il d'une morphologie atypique d'une lésion en creux ?). Deux autres enthésopathies en relief sont très développées et appartiennent à un même individu (homme jeune de la période « 4 ») qui possède également deux épines achilléennes et une enthésopathie du muscle brachial. Il s'agit peut-être d'un individu atteint d'une maladie inflammatoire chronique. Si l'on extrait ces 4 localisations douteuses, le taux chez les plus jeunes est de 3/24, comparable au taux des « moins de 30 ans ».

L'enthésopathie en relief du grand pectoral a été assez rarement relevée par les auteurs (tableau 53) :

Échantillons	N	Insertion grand pectoral en relief		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	674	159	23,6%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1996)	46	5	10,8%	S
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	7	1		*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	49	1	2%	TS
Site minier d'altitude, Huez-Isère, 1150-1330 après J.-C. (Bailly-Maître, Simonel <i>et al.</i> 1995) individus	24	3		NS

tableau 54: comparaison de la prévalence d'insertion en relief du grand pectoral entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test

Les formes en dépression (*Fossa pectoralis* et *Fossa teres*) possèdent des caractéristiques communes avec les formes en relief : pas de lien noté avec la période ou le côté, et une atteinte préférentiellement masculine. Mais la fréquence de ces formes est la même quelque soit la tranche d'âge, avant ou après 30 ou 50 ans. Seuls les moins de 25 ans montrent une prévalence des *fossae* double de celle observée sur l'échantillon total.

L'atteinte préférentiellement masculine est largement retrouvée par les différents auteurs chez des populations différentes (Saunders 1978 ; Mafart 1984 ; al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* 2004). Les liens avec l'âge sont moins homogènes et présentent des différences selon les deux sites : la *Fossa pectoralis* est plus souvent retrouvée chez les individus âgés que chez les jeunes adultes et les enfants (Mafart 1984 ; 1996 ; al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* 2004). Suivant les études, la *Fossa teres* peu être plus fréquente chez les plus jeunes (Saunders 1978 ; Castex 1990 pour une association des deux *fossae* ; Mafart 1984 ; 1996) ou indifférente à l'âge (comme à Notre-Dame-du-Bourg) pour al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004).

La prévalence globale de la *Fossa pectoralis* est beaucoup plus faible à Notre-Dame-du-Bourg que dans la plupart des autres études. Seules des moniales médiévales très peu actives physiquement ont un taux comparable (Mafart 1996). Les taux de *Fossa teres* ou d'association des deux fosses ne diffèrent pas significativement avec les autres études (tableau 55).

La proportion des reliefs et des dépressions est différente suivant les deux sites : les reliefs sont 4,3 fois plus fréquents que les dépressions à l'insertion du grand pectoral. Par contre, leur taux est le même à l'insertion du grand rond.

Échantillons	N	<i>Fossa pectoralis</i>		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total (1)	674	37	5,5%	
Notre-Dame-du-Bourg, femmes (2)	228	4	1,8%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1996)	46	6	13%	* <sup>1</sup>
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	7	3		* <sup>1</sup>
Fréjus-Cathédrale, Var, 10 <sup>e</sup> -13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1996)	41	11	26,8%	* <sup>1</sup>
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	49	16	32,7%	* <sup>1</sup>
Enfants de La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	26	4		* <sup>1</sup>
Moniales de Saint-Pierre de l'Almanarre, Var 13 <sup>e</sup> -14 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1996)	40	2	5%	* <sup>2</sup>
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	25	20		* <sup>1</sup>
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	79	35	44,3%	TS <sup>1</sup>
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	96	22	22,9%	TS <sup>1</sup>
Villanueva de Soportilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	55	30	54,5%	TS <sup>1</sup>
Hongrois du 10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Pálfi 1992)	22	5		* <sup>1</sup>
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	23	6		* <sup>1</sup>

tableau 56: comparaison de la prévalence de *Fossa pectoralis* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test ; le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg avec lequel est réalisée le test.



Échantillons	N	<i>Fossa teres</i>		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	672	76	11,3%	
Notre-Dame-du-Bourg, femmes	228	10	4,4%	
St Victor, Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1996)	46	9	19,6%	NS <sup>1</sup>
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1983)	7	1		* <sup>1</sup>
Fréjus-Cathédrale, Var, 10 <sup>e</sup> -13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1996)	41	11	26,8%	* <sup>1</sup>
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	50	2	4%	NS <sup>1</sup>
Enfants La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	25	17		* <sup>1</sup>
Moniales de Saint-Pierre de l'Almanarre, Var 13 <sup>e</sup> -14 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1996)	42	16	38,1%	TS <sup>2</sup>
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	25	12		* <sup>1</sup>
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	77	24	31,2%	TS <sup>1</sup>
Vicenne-Campochiaro, Italie, début du Moyen Âge (Belcastro, Facchini <i>et al.</i> 2001)	42	3	7,1%	* <sup>1</sup>
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	95	23	24,2%	TS <sup>1</sup>
Villanueva de Soportilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	55	22	40%	TS <sup>1</sup>
Hongrois du 10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Pálfi 1992)	22	1		* <sup>1</sup>
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	23	5		* <sup>1</sup>

tableau 57: comparaison de la prévalence de *Fossa teres* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test ; le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg avec lequel est réalisée le test.

Échantillons	N	Dépressions		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	672	101	15%	
St-Jean-des-Vignes en Bourgogne, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Castex 1990)	118	36	30,5%	TS
Soldats états-uniens de 1812 (Murphy & Mann 1990)			40%	
Inuits aléoutiens, anciens et récents (Saunders 1978)	438	47	10,7%	S
Guerriers amérindiens Arikara, Mobridge (Murphy & Mann 1990)			22%	
Amérindiens Arikara non guerriers, Sully (Murphy & Mann 1990)			5%	
Amérindiens de Libben-Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	160	4	2,5%	TS
Amérindiens de Mobridge-Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	116	6	5,2%	S

tableau 58: comparaison de la prévalence d'association *Fossae pectoralis* et *teres* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. Le test statistique utilisé est le khi<sup>2</sup>, NS=non significatif (p>0,05) S= significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Le mode de formation et la signification de ces enthésopathies en forme de dépression restent obscurs.

Castex (1990) et Saunders (1978) les retrouvent surtout dans l'enfance avec un pic de prévalence entre 10 et 15 ans. Certains associent ces dépressions aux défauts corticaux bénins, bien connus des radiologues sur les os des enfants surtout au niveau du fémur (Bufkin 1971 ; Brower 1977). Les garçons sont plus affectés que les filles (Bufkin 1971). Le mécanisme physiopathologique serait la coïncidence d'un site à la sollicitation mécanique importante avec une intense activité de croissance. L'activité ostéoclastique favoriserait des micro-arrachages osseux dont la cicatrisation pourrait provoquer des défauts corticaux. Ce mécanisme explique les prévalences élevées retrouvées chez les jeunes garçons en phase de croissance active (Bufkin 1971 ; Saunders 1978), mais explique mal les formes observées chez les très jeunes enfants (Saunders 1978 ; Mafart 1996). L'existence ou non de ces formes sur le squelette fœtal ou néo-natal pourrait faire définitivement la part des choses entre l'acquis (due à une activité, même infantile) et l'inné (formation congénitale).

Les lésions chez les adultes pourraient résulter d'une contrainte mécanique prolongée sur l'os ou d'une réaction à un traumatisme (Chadwick 1989 ; Pálfi 1992 ; Larsen 1997), provoquant des « géodes poly-microtraumatiques par arrachement » (Husson, Chauveaux et

al. 1991). L'étude de Murphy (1990) par exemple retrouve un taux de dépression plus important chez des soldats états-uniens de la guerre civile de 1812 et des guerriers amérindiens que dans un échantillon d'agriculteurs amérindiens. D'autre part, la grande fréquence de *Fossae teres* et *pectoralis* (40%) retrouvée sur les squelettes de la bataille de Snake Hill dans l'Ontario (Canada, 1812) et leur atteinte droite préférentielle ont fait conclure à leur origine mécanique (Owsley 1991, cité in Larsen 1997).

Les enfants et adolescents qui possèdent une enthésopathie en dépression sont-ils les mêmes qui gardent cet aspect à l'âge adulte ? Brower (1977) affirme que ces formes infantiles régressent et ne sont pas retrouvées chez les radiographies d'adultes sauf dans des cas exceptionnels. Il est cependant probable qu'un grand nombre des fosses sont issues de formes infantiles comme le montre la décroissance continue de la prévalence à partir de l'adolescence. Contrairement aux enthésopathies en relief, les dépressions pourraient être soumises à un remodelage pouvant modifier l'aspect jusqu'à le faire disparaître ou cicatriser.

Ainsi un aspect en dépression pourrait avoir deux origines distinctes : soit une néo-formation à l'âge adulte sous l'effet d'un arrachage mécanique, soit la persistance à l'âge adulte d'une dépression formée dans l'enfance ou congénitale.

Quelque soit l'âge de formation de la dépression, la physiopathologie proposée indique un déficit de l'activité ostéoblastique sur l'activité ostéoclastique. La raison pourrait en être la persistance d'une activité musculaire sur un site en phase de cicatrisation, mais des facteurs endocriniens ou diététiques pourraient intervenir. Mafart (1996) évoque l'effet possible des carences alimentaires mais doute de cette étiologie sur l'importante fréquence des *Fossae teres* chez des moniales réputées issues de familles riches. Une étude conjointe sur la présence de dépressions et de lignes de Harris pourrait étudier le rôle des « stress osseux » dans la formation et la persistance des dépressions.

L'intensité de l'activité musculaire est un autre facteur pouvant intervenir sur la persistance des dépressions. Mais les études sont parfois contradictoires. La très faible activité physique de moniales contemplatives pourrait intervenir dans l'importante prévalence de leur *Fossa teres* (Mafart 1996). Inversement, les soldats états-uniens et guerriers amérindiens ont beaucoup plus de dépressions qu'un groupe d'agriculteurs (Murphy & Mann 1990).

Les étiologies ne sont probablement pas uniques, les interprétations doivent être prudentes.

Une étude commune sur les enthésopathies sous forme de dépression sera traitée plus loin (page 244).

## 2) Tubérosité bicipitale

La partie distale du muscle biceps brachial (*M. biceps brachii*, fléchisseur et légèrement supinateur du coude) possède deux portions dont l'une s'insère sur la face antérieure du radius au niveau d'une zone elliptique de rugosité, la tubérosité bicipitale (*Tuberositas radii*).

Des enthésopathies bilatérales ont été associées au port fréquent de charges lourdes avec coudes pliés comme chez les maçons ou les boulangers (Capasso, Kennedy *et al.* 1999). Une enthésopathie unilatérale a fait évoquer l'utilisation d'arc (Dutour 1986). L'insertion est sujette à d'importantes variations de formes. La cotation choisie ici relève les formes en relief des creux et l'association des deux (photographie 10).

La reproductibilité de cette enthésopathie est mauvaise, la variabilité intra-observateur est calculée à 32,8% (22/67) pour les formes en reliefs (22/67) et 1,5% (1/67) pour les dépressions. La raison en est sans doute que la forme normale est déjà une tubérosité. Il est assez difficile de poser la limite entre une grosse tubérosité « normale » et une enthésopathie en relief.

		N	Relief			Fosse			Association relief et fosse			Tous signes		
			+	%	Stat	+	%	Stat	+	%	Stat	N	%	Stat
Total		645	175 (27,1%)		34 (5,3%)		41 (6,4%)		250 (38,8%)					
Côté	Droit	328	95 (28,10%)	NS	17 (5,2%)	NS	20 (6,1%)	NS	132 (40,2%)	NS				
	Gauche	317	80 (25,2%)		17 (5,4%)		21 (6,6%)		118 (37,2%)					
Sexe	Hommes	244	64 (26,2%)	NS	16 (6,6%)	NS	26 (10,7%)	S	106 (43,4%)	NS				
	Femmes	216	59 (27,3%)		8 (3,7%)		10 (4,6%)		77 (35,6%)					
Âge	Plus de 50 ans	116	36 (31,0%)	NS	7 (6,0%)	NS	12 (10,3%)	NS	55 (47,4%)	S				
	Moins de 50 ans	299	66 (22,1%)		19 (6,4%)		20 (6,7%)		105 (35,1%)					
	Plus de 30 ans	250	83 (33,2%)	S	14 (5,6%)	NS	21 (8,4%)	NS	118 (47,2%)	S				
	Moins de 30 ans	91	16 (17,6%)		10 (10,10%)		5 (5,5%)		31 (34,1%)					
Période	15 à 25 ans	26	4		1		0		5					
	3A	245	73 (29,8%)	NS	9 (3,7%)	NS	23 (9,4%)	S	105 (42,9%)	NS				
	4	281	80 (28,5%)		20 (7,1%)		14 (4,10%)		114 (40,6%)					
Période et sexe	Hommes 3A	103	32 (31,1%)	NS	3 (2,9%)	S	14 (13,6%)	NS	49 (47,6%)	NS				
	Hommes 4	88	25 (28,4%)		10 (11,4%)		10 (11,4%)		45 (51,1%)					
	Femmes 3A	85	24 (28,2%)	NS	4 (4,7%)	*	7 (8,2%)	*	35 (41,2%)	NS				
	Femmes 4	111	30 (27,0%)		4 (3,6%)		3 (2,7%)		37 (33,3%)					
	Hommes 3A	103	32 (31,1%)	NS	3 (2,9%)	*	14 (13,6%)	NS	49 (47,6%)	NS				
	Femmes 3A	85	24 (28,2%)		4 (4,7%)		7 (8,2%)		35 (41,2%)					
	Hommes 4	88	25 (28,4%)	NS	10 (11,4%)	S	10 (11,4%)	S	45 (51,1%)	S				
	Femmes 4	111	30 (27,0%)		4 (3,6%)		3 (2,7%)		37 (33,3%)					

tableau 59 : prévalence et épidémiologie de l'enthésopathie de la tubérosité bicipitale du

radius. Le test statistique utilisé est le  $\chi^2$ , sauf <sup>1</sup> avec le test exact de Fisher. \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Échantillons	N	Tous signes
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	645	250 38,8%
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	71	25 35,2%
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	80	24 30%
Vicenne-Campochiaro, Italie, début du Moyen Âge (Belcastro, Facchini <i>et al.</i> 2001)	44	17 38,6%
Santa Maria de Hito (nord de l'Espagne) 6 <sup>e</sup> -12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Galera & Galera 1993)	165	37 22,4%
Villanueva de Soportilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	55	19 34,5%
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	95	24 25,3%
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	25	13
Site minier d'altitude, Huez-Isère, 1150-1330 après J.-C. (Bailly-Maitre, Simonel <i>et al.</i> 1995) individus	24	6

tableau 60: comparaison de la prévalence d'enthésopathie de la tubérosité bicipitale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Ce problème de reproductibilité nous incite à la défiance quant aux résultats de prévalence retrouvés à Notre-Dame-du-Bourg et plus encore aux comparaisons entre études. Nous avons ainsi choisi de ne pas présenter de tests statistiques de comparaison dans le tableau 60.

La prévalence de cette enthésopathie est élevée à Notre-Dame-du-Bourg puisqu'elle atteint 38,8%, toutes formes confondues. Les autres études retrouvent aussi une prévalence élevée (tableau 60).

L'influence du sexe semble importante pour les formes associant relief et fosse, mais peu pour les autres formes. Al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004) la retrouvent plus souvent chez les hommes dans ses trois échantillons médiévaux. À Notre-Dame-du-Bourg, la différence entre les hommes et les femmes est plus importante dans la période « 4 » que dans la période « 3A ».

L'influence de l'âge est surtout notable pour les formes en relief mais pas pour les fosses. L'enthésopathie est par contre retrouvée plus fréquemment chez les plus de 35 ans des cinq échantillons ibériques étudiés par Al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004).

La forme en dépression semble plus fréquente dans la période « 4 », surtout chez les hommes.

L'enthésopathie de la tubérosité bicipitale est assurément liée à l'utilisation du coude. Pourtant sa corrélation avec l'arthrose du coude est peu significative (coefficient de corrélation = 0,151 sur l'échantillon total et 0,078 chez les moins de 50 ans).

Ces résultats et discussions nous apparaissent toutefois entachés du problème majeur de sa faible reproductibilité. Sa répartition relativement homogène diminue encore l'intérêt scientifique de ce signe. Bien que la tubérosité bicipitale soit presque toujours intégrée dans les travaux sur les enthésopathies, nous pensons que l'étude de ce signe doit être abandonnée tant qu'un mode de recueil reproductible ne pourra être proposé.

### 3) Insertion du rond pronateur

Le muscle rond pronateur (*M. pronator teres*) s'insère sur la face externe du radius. Il est pronateur de l'avant-bras et participe également à la flexion du coude.

L'enthèse osseuse sur le radius est le siège de production osseuse mais aussi de fosse (*Fossa pronator*, photographies 11 et 12).

La variabilité intra-observateur est calculée à 3% pour les reliefs (2/66) et 10,6% (7/66) pour les dépressions.

		N	Relief			Fosse			Tous signes		
			+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>
Total		636	28 (4,4%)		25 (3,9%)		52 (8,2%)				
Côté	Droit	320	14 (4,4%)	NS	14 (4,4%)	NS	28 (8,8%)	NS			
	Gauche	316	14 (4,4%)		11 (3,5%)		24 (7,6%)				
Sexe	Hommes	241	11 (4,6%)	NS	19 (7,9%)	S	29 (12,0%)	S			
	Femmes	212	8 (3,8%)		4 (1,9%)		12 (5,7%)				
Âge	Plus de 50 ans	113	9 (7,10%)	S	7 (6,2%)	NS	15 (13,3%)	S			
	Moins de 50 ans	296	5 (1,7%)		13 (4,4%)		18 (6,1%)				
	Plus de 30 ans	243	17 (6,10%)	NS	9 (3,7%)	S	25 (10,3%)	NS			
	Moins de 30 ans	92	2 (2,2%)		8 (8,7%)		10 (10,9%)				
	15 à 25 ans	28	0		2		2				
Période	3A	239	12 (5,0%)	NS	10 (4,2%)	NS	22 (9,2%)	NS			
	4	279	13 (4,7%)		13 (4,7%)		25 (8,10%)				

tableau 61 : prévalence et épidémiologie de l'insertion du rond pronateur. NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05)

L'enthésopathie du rond pronateur est assez rare à Notre-Dame-du-Bourg, partagée presque également entre les formes en relief et en fosse (tableau 61). Comme pour les fosses de l'humérus, la forme en relief apparaît surtout liée à l'âge, tandis que les fosses sont plutôt

retrouvées chez les jeunes hommes. Il n'y a pas non plus ici de différence entre les côtés et les périodes.

L'enthésopathie du rond pronateur est assez peu relevé par les auteurs.

Belcastro (2001) recense 31,6% d'enthésopathies sur 38 radius de Vicenne-Campochiaro (Italie, début du Moyen Âge ). Cette prévalence est très importante comparée aux faibles taux de Notre-Dame-du-Bourg.

Échantillons	N	<i>Fossa pronator</i>		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	636	25	3,9%	
St-Victor Marseille, 4 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980)	164	12	7,3%	NS
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	9	0		*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	46	3	6,5%	*
Enfants de La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	17	11		*

tableau 62: comparaison de la prévalence de *Fossa pronator* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul.

Mafart (1980 ; 1984) a particulièrement relevé les formes en fosse (tableau 62). Il retrouve une prévalence comparable à Notre-Dame-du-Bourg chez les adultes et une prévalence très élevée chez les enfants.

En raison de l'homogénéité de ces résultats avec les fosses de l'humérus, la *Fossa pronator* sera intégrée à l'étude commune des formes en dépression (page 244).

#### 4) crête tricipitale

Située sur l'apophyse olécrânienne de l'ulna, cette enthésopathie se développe sur le lieu d'insertion du triceps brachial (puissant extenseur du coude). La crête tricipitale a été associée à des mouvements en extension ou en lancer violent comme chez les bûcherons, forgerons (Capasso, Kennedy *et al.* 1999) ou des joueurs de base-ball (Genety, Ferret *et al.* 1979). C'est une lésion très typique à type d'éperon osseux parfois très important (le plus grand de notre étude mesurait 12 mm). Aucune lésion en creux n'a été notée. Nous retenons le diagnostic quand la crête présente un franc rebord (en éliminant les formes moins nettes). Son diagnostic est facile, ce qui n'est pas toujours le cas des autres enthésopathies (photographie 13).

		N	Crête tricipitale	
			+	%
Total		653	66 (10,1%)	
Côté	Droit	325	35 (10,8%)	
	Gauche	328	31 (9,5%)	
Sexe	Hommes	248	29 (11,7%)	
	Femmes	219	23 (10,5%)	
Âge	Plus de 50 ans	126	18 (14,3%)	
	Moins de 50 ans	295	28 (9,5%)	
	Plus de 30 ans	256	33 (12,9%)	
	Moins de 30 ans	81	3 (3,7%)	
Période	15 à 25 ans	24	0	
	3A	241	30 (12,4%)	
Période et sexe	4	278	27 (9,7%)	
	Hommes 3A	100	18 (18,0%)	
	Hommes 4	90	7 (7,8%)	
	Femmes 3A	81	7 (8,6%)	
Période, sexe et âge	Femmes 4	117	14 (11,10%)	
	Hommes 3A >30 ans	50	12 (24%)	
	Hommes 4 >30 ans	48	7 (14,6%)	

tableau 63 : prévalence et épidémiologie de la crête tricipitale à Notre-Dame-du-Bourg.

NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ )

La reproductibilité de ce signe est excellente, la variabilité intra-observateur étant de 1,5% (1/68).

La crête tricipitale s'observe indifféremment à droite et à gauche. Il lui faut probablement plusieurs années pour se constituer : elle n'est pas observée avant 25 ans et très peu avant 30 ans. Pour les deux sexes confondus, la répartition est homogène entre les périodes « 3A » et « 4 ». Mais la crête tricipitale est plus fréquente chez les hommes de la période « 3A » que chez leurs successeurs. Notons que cette significativité statistique a d'autant plus de valeur qu'elle s'oppose à la légère surreprésentation des individus âgés existante dans la période « 4 ». Cette différence statistique s'estompe en ne considérant que les hommes de ces deux périodes morts après 30 ans mais la diminution des effectifs explique sans doute cette disparition de significativité.



Échantillons	N	Crête tricipitale		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	653	66	10,1%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980)	71	10	14%	NS
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	53	12	22,6%	S
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	79	16	20,3%	S
Vicenne-Campochiaro, Italie, début du Moyen Âge (Belcastro, Facchini <i>et al.</i> 2001)	13	2		*
Santa Maria de Hito (nord de l'Espagne), 6 <sup>e</sup> -12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Galera & Galera 1993)	159	3	1,9%	TS
Villanueva de Soportilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	42	14	33,3%	*
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	84	21	25%	TS
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	26	11		*
Français, fin du 20 <sup>e</sup> siècle, radiologie (Morlock, Dessauw <i>et al.</i> 1991)	40	2	6,2%	*

tableau 64: comparaison de la prévalence de crête tricipitale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. Le test statistique utilisé est le khi<sup>2</sup>, NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Les comparaisons montrent des taux comparables avec d'autres échantillons médiévaux de Provence et d'Italie mais différents des échantillons médiévaux espagnols (tableau 64).

La crête tricipitale est retrouvée avec une prévalence plus importante chez les hommes dans 3 échantillons (La Carada, Agar et La Torrecilla) sur 5 chez al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004). Chez ce même auteur, aucune différence significative n'est notée entre les groupes d'âge (avant ou après 30 ans).

L'épidémiologie de la crête tricipitale à Notre-Dame-du-Bourg évoque une enthésopathie dégénérative et cumulative, probablement liée à l'activité physique. La modification de sa fréquence à Notre-Dame-du-Bourg entre les hommes médiévaux et modernes évoque un changement dans les activités du membre supérieur chez les individus masculins.

### 5) crête supinatrice

Située sous l'empreinte radiale de l'ulna, elle correspond à l'insertion du muscle supinateur (*M. supinator*) qui participe donc aux mouvements de supination. La crête supinatrice a été associée pour des mouvements de prono-supination avec coude étendu (Capasso, Kennedy *et al.* 1999). Elle a été observée avec une grande fréquence chez des esclaves afro-américains travaillant dans des hauts fourneaux aux États-Unis (Kelley & Angel 1987) ou des cueilleurs de fruits (Capasso, Kennedy *et al.* 1999). Cette enthésopathie n'est pas toujours aisée à distinguer car la forme de l'empreinte radiale varie d'un individu à l'autre et modifie la forme de la crête supinatrice. Nous proposons comme critère de présence : crête marquée dépassant le niveau de l'empreinte radiale (photographie 14).

Malgré un critère diagnostic semblant précis, la variabilité intra-observateur est importante : 19,1% (13/68). Nous émettons donc des réserves sur les résultats statistiques obtenus sur ce signe.

		N	Crête supinatrice	
			+	%
				Khi <sup>2</sup>
Total		670	180	(26,9%)
Côté	Droit	334	95	(28,4%)
	Gauche	336	85	(25,3%)
Sexe	Hommes	254	66	(25,10%)
	Femmes	224	69	(30,8%)
Âge	Plus de 50 ans	128	41	(32,0%)
	Moins de 50 ans	298	71	(23,8%)
	Plus de 30 ans	264	82	(31,1%)
	Moins de 30 ans	82	17	(20,7%)
Période	15 à 25 ans	24	3	
	3A	245	83	(33,9%)
Période et sexe	4	288	60	(20,8%)
	Hommes 3A	102	35	(34,3%)
	Hommes 4	92	15	(16,3%)
	Femmes 3A	83	30	(36,1%)
	Femmes 4	119	34	(28,6%)
	Hommes 3A	102	35	(34,3%)
	Femmes 3A	83	30	(36,1%)
	Hommes 4	92	15	(16,3%)
Femmes 4	119	34	(28,6%)	
Période et âge	Plus de 50 ans 3A	46	21	(45,7%)
	Plus de 50 ans 4	57	10	(17,5%)
	Moins de 50 ans 3A	122	38	(31,1%)
	Moins de 50 ans 4	119	24	(20,2%)

tableau 65 : prévalence et épidémiologie de la crête supinatrice à Notre-Dame-du-Bourg.

NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ )

La crête supinatrice est retrouvée également chez les deux sexes et les deux côtés (tableau 65). Elle n'est pas fortement liée au vieillissement mais la progression de la prévalence est constante avec l'âge.

La crête supinatrice apparaît particulièrement fréquente dans la période « 3A ». La baisse constatée à la période « 4 » atteint surtout les hommes, les femmes gardant un taux sensiblement égal et dépassant même significativement l'atteinte masculine dans la période « 4 ». Cette variation est la même que pour la crête tricépitale. Les deux enthésopathies intéressant le membre supérieur, il peut s'agir d'une origine commune (modification d'activité ?) ayant fait baisser sa prévalence entre les deux périodes. Rappelons toutefois que ces conclusions doivent être tempérées par la mauvaise reproductibilité du signe.

Les prévalences retrouvés à Notre-Dame-du-Bourg, sont très comparables à d'autres échantillons européens mais s'éloignent de celles des esclaves afro-américains (tableau 66).

Échantillons	N	Crête supinatrice	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	670	180 26,9%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980)	66	10 15,2%	S
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	74	27 36,5%	NS
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	77	24 31,2%	NS
Vicenne-Campochiaro, Italie, début du Moyen Âge (Belcastro, Facchini <i>et al.</i> 2001)	35	17 48,6%	S
Villanueva de Soportilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	50	9 18%	NS
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	79	14 17,7%	NS
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	26	11	NS
Esclaves afro-américains, Caroline du Sud, USA, 1840-1870 (Rathburn 1987)	33	18 54,5%	TS

tableau 66: comparaison de la prévalence de crête supinatrice entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ )

## 6) empreinte du muscle brachial sur l'ulna

Le muscle brachial (*M. brachialis*) s'insère sur la face antérieure de l'humérus jusqu'à l'empreinte du muscle brachial sur la face antérieure de l'ulna, réalisant une zone elliptique de rugosités. C'est un muscle fléchisseur du coude, large, épais et puissant, pleinement sollicité quand il s'agit de soulever des charges lourdes. Des enthésopathies peuvent

s'observer en cas de flexion forcée du coude. La zone d'insertion peut devenir irrégulière avec des exostoses plus ou moins marquées et/ou des zones creusées (photographie 15).

		N	Relief			Fosse			Tous signes		
			+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>
Total		666	45	(6,8%)		130	(19,5%)		174	(26,1%)	
Côté	Droit	335	22	(6,6%)	NS	71	(21,2%)	NS	93	(27,8%)	NS
	Gauche	331	23	(6,9%)		59	(17,8%)		81	(24,5%)	
Sexe	Hommes	252	12	(4,8%)	S	59	(23,4%)	S	71	(28,2%)	NS
	Femmes	224	22	(9,8%)		33	(14,7%)		55	(24,6%)	
Âge	Plus de 50 ans	127	11	(8,7%)	NS	24	(18,9%)	NS	35	(27,6%)	NS
	Moins de 50 ans	299	17	(5,7%)		57	(19,1%)		74	(24,7%)	
	Plus de 30 ans	263	22	(8,4%)	NS	52	(19,8%)	NS	74	(28,1%)	NS
	Moins de 30 ans	83	4	(4,8%)		15	(18,1%)		19	(22,9%)	
Période	15 à 25 ans	24	2			9			11		
	3A	247	16	(6,5%)	NS	63	(25,5%)	TS	78	(31,6%)	S
4	288	25	(8,7%)	36		(12,5%)	61		(21,2%)		
Période et sexe	Hommes 3A	102	5	(4,9%)	NS	29	(28,4%)	S	34	(33,3%)	S
	Hommes 4	92	7	(7,6%)		11	(11,10%)		18	(19,6%)	
	Femmes 3A	83	6	(7,2%)	NS	16	(19,3%)	NS	22	(26,5%)	NS
	Femmes 4	119	14	(11,8%)		14	(11,8%)		28	(23,5%)	
	Hommes 3A	102	5	(4,9%)	NS	29	(28,4%)	NS	34	(33,3%)	NS
	Femmes 3A	83	6	(7,2%)		16	(19,3%)		22	(26,5%)	
	Hommes 4	92	7	(7,6%)	NS	11	(11,10%)	NS	18	(19,6%)	NS
	Femmes 4	119	14	(11,8%)		14	(11,8%)		28	(23,5%)	
Période et âge	Plus de 50 ans 3A	46	5	(10,9%)	NS	13	(28,3%)	S	18	(39,1%)	S
	Plus de 50 ans 4	56	6	(10,7%)		4	(7,1%)		10	(17,9%)	
	Moins de 50 ans 3A	123	5	(4,1%)	NS	27	(21,10%)	NS	32	(26,0%)	NS
	Moins de 50 ans 4	119	10	(8,4%)		16	(13,4%)		26	(21,8%)	
Âge et sexe	Hommes + de 50 ans	72	6	(8,3%)	NS	16	(22,2%)	NS	22	(30,6%)	NS
	Femmes + de 50 ans	35	4	(11,4%)		3	(8,6%)		7	(20,0%)	
	Hommes - de 50 ans	130	4	(3,1%)	NS	31	(23,8%)	NS	35	(26,9%)	NS
	Femmes - de 50 ans	137	12	(8,8%)		21	(15,3%)		33	(24,1%)	

tableau 67 : prévalence et épidémiologie de l'empreinte du muscle brachial. NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001)

Échantillons	N	Muscle brachial	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	666	174 26,1%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980)	97	15 15,5%	S
Vicenne-Campochiaro, Italie, début du Moyen Âge (Belcastro, Facchini <i>et al.</i> 2001)	53	22 41,5%	S
Site minier d'altitude, Huez-Isère, 1150-1330 après J.-C. (Bailly-Maître, Simonel <i>et al.</i> 1995) individus	24	10	NS

tableau 68: comparaison de la prévalence d'enthésopathie du muscle brachial entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ )

La variabilité intra-observateur est de variabilité intra-observateur est calculée à 1,5% pour les reliefs (1/67) et 7,5% (5/67) pour les dépressions.

Pour cette enthésopathie, la forme en fosse est 3 fois plus courante que la forme en relief. Les deux formes ne sont presque jamais associées (1 cas sur 666 soit 0,2%).

Les deux formes ont une distribution différente. La forme en relief atteint plus les femmes. Sa distribution est homogène pour le sexe et la période. La forme en creux est plus fréquente chez les hommes surtout chez les plus âgés de la période « 3A ». Dans la période « 4 », la répartition est équivalente entre les sexes.

Comme pour la crête tricipitale et la crête supinatrice, sa survenue se raréfie chez les hommes de la période pré-moderne. Il sera discuté plus loin de l'explication possible de cette évolution (page 269).

### 7) fosse trochantérique (= fossette digitale = *Fossa trochanterica*)

C'est le site d'insertion du tendon du muscle obturateur externe (*M. obturatorius externus*, rotateur externe de la cuisse et plus faiblement à l'adducteur).

Le fond de la fosse trochantérique peut prendre trois aspects différents : soit parfaitement lisse, soit arrondie en tubercule, soit hérissée de plusieurs épines (figure 5). Ces épines ont une extrémité assez mousse, et non aigüe, elles diffèrent beaucoup des autres enthésopathies.



Figure 5 : aspects de la fosse trochantérique  
(lisse à gauche, tuberculée au milieu, spiculée à droite)

Cette enthésopathie a été associée à la position assise prolongée avec les jambes étendues chez les Inuits kayakistes des îles Aléoutiennes (Capasso, Kennedy *et al.* 1999).

		N	Lisse			Tuberculé			Spiculé		
			+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>
Total		636	313 (49,2%)		65 (10,2%)		258 (40,6%)				
Côté	Droit	328	153 (46,6%)	NS	33 (10,1%)	NS	142 (43,3%)	NS			
	Gauche	308	160 (51,9%)		32 (10,4%)		116 (37,7%)				
Sexe	Hommes	183	90 (49,2%)	NS	23 (12,6%)	NS	70 (38,3%)	NS			
	Femmes	170	84 (49,4%)		15 (8,8%)		71 (41,8%)				
Âge	Plus de 50 ans	99	27 (27,3%)	TS	13 (13,1%)	NS	59 (59,6%)	TS			
	Moins de 50 ans	233	151 (64,8%)		21 (9,0%)		61 (26,2%)				
	Plus de 30 ans	192	56 (29,2%)	TS	24 (12,5%)	NS	112 (58,3%)	TS			
	Moins de 30 ans	77	69 (89,6%)		4 (5,2%)		4 (5,2%)				
Période	15 à 25 ans	28	28		0		0				
	3A	225	131 (58,2%)	TS	26 (11,6%)	NS	68 (30,2%)	TS			
	4	293	121 (41,3%)		27 (9,2%)		145 (49,5%)				
Période et âge	plus de 50 ans 3A	36	12 (33,3%)	NS	4 (11,1%)	NS	20 (55,6%)	NS			
	plus de 50 ans 4	46	9 (19,6%)		6 (13,0%)		31 (67,4%)				
	moins de 50 ans 3A	104	69 (66,3%)	NS	11 (10,6%)	NS	24 (23,1%)	NS			
	moins de 50 ans 4	84	56 (66,7%)		6 (7,1%)		22 (26,2%)				

tableau 69 : prévalence et épidémiologie des trois aspects de la fosse trochantérique. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ )

Échantillons	N	Aspect spiculé	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg	636	258 40,6%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	55	29 52,7%	NS
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	12	8	*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	41	15 36,6%	NS
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	438	151 34,50%	S
Amérindiens de Libben, 8e-10e siècle après J.-C. (Saunders 1978)	155	85 54,80%	S
Amérindiens de Mobridge, 18e siècle après J.-C. (Saunders 1978)	112	43 38,40%	NS
<b>TOTAL</b>	<b>1449</b>	<b>589 40,6%</b>	<b>NS</b>

tableau 70: comparaison des taux d'aspect spiculé de la fosse trochantérique entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ )

La variabilité intra-observateur est de 19,6% mais cette variabilité vient surtout de la forme intermédiaire en tubercule. En ne prenant en compte que les formes lisses et spiculées, la variabilité est mesurée à 7,8% (4/51).

L'aspect de la fosse trochantérique est essentiellement lié à l'âge et pas du tout au sexe ni au côté. L'aspect spiculé se rencontre surtout chez les plus âgés, et presque jamais avant 30 ans. L'aspect lisse est surtout observable chez les plus jeunes, constante dans notre échantillon avant 25 ans. La forme en tubercule, correspondant sans doute à un stade intermédiaire entre les deux autres formes n'est liée ni au sexe ni à l'âge.

Saunders (1978) déjà observait que l'aspect de la fosse trochantérique était particulièrement lié à l'âge, les formes spiculées étant toujours significativement plus fréquentes après 30 ans. La forme spiculée est donc une évolution dégénérative probable de la forme lisse, en passant par la forme en tubercule. L'activité spécifique des membres inférieurs des Inuits kayakistes ne semble pas intervenir dans la prévalence de ces exostoses : Il n'y a pas de différence significative de prévalence avant et après l'âge de 30 ans entre les Inuits Aleut et les Amérindiens agriculteurs de Libben et Moberidge chez Saunders (1978).

Il existe une différence entre les périodes à Notre-Dame-du-Bourg : les fémurs des individus médiévaux ont plus d'aspects lisses et moins d'aspects spiculés que les fémurs des individus pré-modernes. La cause en est vraisemblablement la représentation plus importante d'adultes plus âgés durant la période « 4 » ( tableau 50 ) car en détaillant les tranches d'âges, on ne retrouve pas de différence entre les deux périodes.

Ce signe est donc essentiellement lié à l'âge. Il ne peut pourtant pas être considéré comme un bon indicateur osseux de l'âge puisque presque toutes les formes sont observables à tous les âges. Seule l'observation d'une forme spiculée rend improbable un âge au décès inférieur à 30 ans.

### **8) exostose du moyen glutéal**

Le muscle moyen glutéal (*M. gluteus medius*) s'insère sur le grand trochanter du fémur. C'est un muscle essentiellement abducteur de la cuisse mais ayant aussi des actions complexes, à la fois rotateur interne et fléchisseur, ou rotateur externe et extenseur suivant ses faisceaux.

Une exostose osseuse à type de « coup de vent » interne est parfois observée sur les fémurs (photographie 16). Resnick (1983) en propose une photographie sur os sec, mais nous n'avons pas trouvé d'étude spécifique la concernant. Cette enthésopathie fait partie de

l'ensemble des insertions pouvant être observées plus fréquemment chez les cavaliers (Pálfi 1992).

La variabilité intra-observateur a été calculée à 0% (aucune erreur sur 68 doubles déterminations qui comprenaient 4 exostoses).

		N	Exostose du moyen glutéal	Khi <sup>2</sup>
Total		642	19 (2,10%)	
Côté	Droit	326	12 (3,7%)	NS
	Gauche	316	7 (2,2%)	
Sexe	Hommes	185	6 (3,2%)	NS
	Femmes	174	7 (4,0%)	
Âge	Plus de 50 ans	101	1 (0,10%)	NS
	Moins de 50 ans	236	7 (2,10%)	
	Plus de 30 ans	197	11 (5,6%)	*
	Moins de 30 ans	78	0 (0,0%)	
Période	15 à 25 ans	29	1	
	3A	223	3 (1,3%)	S
4	300	16 (5,3%)		

tableau 71 : prévalence et épidémiologie de l'exostose du moyen glutéal. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

L'exostose du moyen glutéal est un signe rare à Notre-Dame-du-Bourg, ce qui rend son interprétation statistique délicate. Il est plus fréquent dans la période pré-moderne que médiévale. Ce type d'enthésopathie et cette épidémiologie évoquent un lien probable avec les activités physiques, parmi lesquelles l'équitation est une possibilité (Pálfi 1992).

### 9) Ligne soléaire (= Ligne soléaire = *linea m. solei*)

C'est la crête d'insertion de la branche tibiale du muscle soléaire (*M. soleus*) qui a aussi dans sa partie supérieure une insertion sur la face postérieure de la fibula. Dans sa partie inférieure, les tendons du muscle soléaire, puissant extenseur de la cheville, s'unissent à ceux des muscles jumeaux pour former le tendon calcanéen (tendon d'Achille).

La ligne soléaire présente habituellement un aspect de rugosité traversant la face postérieure du tibia. Nous avons relevé les aspects différents, souvent à type de dépression, quelquefois à type de relief important, et parfois une association des deux (photographies 17 et 18).



		N	Relief			Fosse			Tous signes		
			+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>
Total		691	52 (7,5%)			79 (11,4%)			119 (17,2%)		
Côté	Droit	343	26 (7,6%)	NS		44 (12,8%)	NS		63 (18,4%)	NS	
	Gauche	348	26 (7,5%)			35 (10,1%)			56 (16,1%)		
Sexe	Hommes	199	15 (7,5%)	NS		27 (13,6%)	NS		39 (19,6%)	NS	
	Femmes	176	12 (6,8%)			18 (10,2%)			27 (15,3%)		
Âge	Plus de 50 ans	98	7 (7,1%)	NS		5 (5,1%)	S		12 (12,2%)	S	
	Moins de 50 ans	237	20 (8,4%)			43 (18,1%)			56 (23,6%)		
	Plus de 30 ans	213	15 (7,0%)	*		15 (7,0%)	TS		29 (13,6%)	S	
	Moins de 30 ans	75	2 (2,7%)			17 (22,7%)			18 (24,0%)		
	15 à 25 ans	28	0		5		5				
Période	3A	237	21 (8,9%)	NS		33 (13,9%)	NS		46 (19,4%)	NS	
	4	322	25 (7,8%)			25 (7,8%)			48 (14,9%)		
Période et sexe	Hommes 3A	75	7 (9,3%)	NS		17 (22,7%)	S		21 (28,0%)	NS	
	Hommes 4	80	8 (10,0%)			5 (6,3%)			13 (16,3%)		
	Femmes 3A	73	5 (6,8%)	*		8 (10,10%)	*		11 (15,1%)	NS	
	Femmes 4	86	5 (5,8%)			5 (5,8%)			9 (10,5%)		

tableau 72 : prévalence et épidémiologie de la ligne soléaire. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ) \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La variabilité intra-observateur est de 13,8% (9/65) pour la forme en relief, et de 1,5% (1/65) pour la forme en fosse.

La forme en relief ne montre pas de lien statistique avec le côté, le sexe, l'âge ou la période, mais c'est un signe assez rare.

La variation la plus souvent relevée est la forme en fosse, elle est plus souvent rencontrée chez les individus jeunes (tableau 72). Elle atteint particulièrement les hommes de la période « 3A » alors que les femmes médiévales et les individus de la période « 4 » ont un taux modéré entre 4,7% et 8,2%.

Échantillons	N	Enthésopathie soléaire		K $\chi^2$
		+	%	
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total (1)	691	119	17,2%	
Notre-Dame-du-Bourg, relief (2)	691	52	7,5%	
Notre-Dame-du-Bourg, fosses (3)	691	79	11,4%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) relief	85	19	22,4%	TS <sup>2</sup>
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) fosse	85	5	5,9%	NS <sup>3</sup>
La Gayole 5 <sup>e</sup> - 7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) relief	14	5		* <sup>2</sup>
La Gayole 5 <sup>e</sup> - 7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) fosse	14	3		* <sup>3</sup>
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) relief	36	11	30,6%	* <sup>2</sup>
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) fosse	36	10	27,8%	* <sup>3</sup>
Enfants de La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) fosse	32	25	78%	* <sup>3</sup>
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	30	15	50%	TS <sup>1</sup>
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	67	16	23,9%	NS <sup>1</sup>
Vicenne-Campochiaro, Italie, début du Moyen Âge (Belcastro, Facchini <i>et al.</i> 2001)	83	15	18,1%	NS <sup>1</sup>
Villanueva de Sopotilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	47	20	42,6%	TS <sup>1</sup>
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	92	21	22,8%	NS <sup>1</sup>
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	26	8	30,8%	* <sup>1</sup>

tableau 73: comparaison de la prévalence de la ligne soléaire entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test. Le chiffre en exposant renvoie à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg comparée

Comme pour les autres fosses, la *Fossa solei* est donc particulièrement retrouvée chez des individus jeunes. Les trois quarts des enfants de La Gayole présentent une dépression au niveau de l'insertion (Mafart 1984). Une étude commune sur l'ensemble des enthésopathies sous forme de dépression sera traitée plus tard (page 244).

### 10) Insertion du quadriceps fémoral sur la patella

Les quatre muscles du quadriceps fémoral (*M. quadriceps femoris*, muscle extenseur du genou qui participe aussi à la flexion de la hanche) se réunissent en un tendon unique s'insérant sur la partie proximale de la face antérieure de la patella.

Dans la plupart des cas, l'enthésopathie de cette insertion suit le tendon du quadriceps vers le haut, prenant souvent un aspect de peigne (photographie 19). Il arrive aussi qu'une enthésopathie de même type s'observe vers le bas, en suivant alors le ligament patellaire, prolongation du quadriceps. Les deux aspects peuvent être observés sur une même patella. Nous les avons relevés séparément mais nous les étudions ensemble en raison de leur lien commun avec le même muscle.

Cette enthésopathie est particulièrement fréquente dans la maladie hyperostosante (70% des cas selon Morlock, Dessauw *et al.* 1991, voir page 105), surtout la forme distale. Les individus possiblement atteints de maladie hyperostosante ont été éliminés de l'échantillon étudié, mais rappelons que la méthode diagnostique proposée ne permet pas de dépister toutes les maladies hyperostosantes.

La variabilité intra-observateur est de variabilité intra-observateur est mesurée à 1,5% pour les formes distales (1/67) et 7,5% (5/67) pour les formes proximales.

		N	Seulement proximale			Proximale et distale			Seulement distale			Tous signes		
			+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>
Total		337	53 (15,7%)		4 (1,2%)		4 (1,2%)		61 (18,1%)					
Côté	Droit	165	27 (16,4%)	NS	2 (1,2%)	*	0 (0,0%)	*	29 (17,6%)	NS				
	Gauche	172	26 (15,1%)		2 (1,2%)		4 (2,3%)		32 (18,6%)					
Sexe	Hommes	111	22 (19,8%)	NS	1 (0,9%)	*	1 (0,9%)	*	24 (21,6%)	NS				
	Femmes	80	11 (13,8%)		0 (0,0%)		2 (2,5%)		13 (16,3%)					
Âge	Plus de 50 ans	43	7 (16,3%)	NS	0 (0,0%)	*	0 (0,0%)	*	7 (16,3%)	NS				
	Moins de 50 ans	128	18 (14,1%)		0 (0,0%)		1 (0,8%)		19 (14,8%)					
	Plus de 30 ans	104	20 (19,2%)	NS	0 (0,0%)	*	2 (1,9%)	*	22 (21,2%)	NS				
	Moins de 30 ans	38	4 (10,5%)		0 (0,0%)		1 (2,6%)		5 (13,2%)					
	15 à 25 ans	13	0		0		0		0					
Période	3A	117	20 (17,1%)	NS	1 (0,9%)	*	2 (1,7%)	*	23 (19,7%)	NS				
	4	155	31 (20,0%)		1 (0,6%)		2 (1,3%)		34 (21,9%)					

tableau 74 : prévalence et épidémiologie des enthésopathies patellaires à Notre-Dame-du-

Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Les enthésopathies distales qu'elles soient ou non associées à des enthésopathies proximales sont très rares et ne présentent que peu d'intérêt, sauf peut-être comme argument en faveur d'une maladie hyperostosante d'après Morlock, Dessauw *et al.* (1991), mais ce n'est pas le cas dans cet échantillon.

L'enthésopathie patellaire ne présente aucune liaison significative avec la période, l'âge ou le sexe. Elle est simplement absente du groupe réduit des adultes de moins de 25 ans. Al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004) trouve cette enthésopathie plus fréquente chez les plus de 35 ans pour tous les groupes et chez les hommes pour les deux échantillons préhistoriques. Une tendance analogue est observée à Notre-Dame-du-Bourg sans significativité statistique toutefois.

Échantillons	N	Enthésopathie patellaire		Khi <sup>2</sup>
		+	%	
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	337	61	18,1%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980) « bourrelet net ou dent de peigne »	78	17	21,8%	NS
Néolithiques helvétiques, 4700-3490 avant J.-C. (Kramar, Lagier <i>et al.</i> 1990)	39	9	23,1%	NS
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	50	5	10%	NS
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	55	20	36,4%	S
Nyon-Clementy, Suisse, 400-700 après J.-C. (Kramar, Lagier <i>et al.</i> 1990)	16	5		*
Vicenne-Campochiaro, Italie, début du Moyen Âge (Belcastro, Facchini <i>et al.</i> 2001)	44	6	13,6%	NS
Villanueva de Sopotilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	25	8		*
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	33	6	18,2%	NS
Genève, Suisse, 1000-1400 après J.-C. (Kramar, Lagier <i>et al.</i> 1990)	60	8	18,3%	NS
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	7	3		*
Collection Todd, États-Uniens du début du 20 <sup>e</sup> siècle (Shaibani, Workman <i>et al.</i> 1993)	872	218	25%	S
Français, fin du 20 <sup>e</sup> siècle, radiologie (Morlock, Dessauw <i>et al.</i> 1991)	40	3	8,7%	NS

tableau 75: comparaison de la prévalence d'enthésopathie patellaire entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La prévalence générale retrouvée à Notre-Dame-du-Bourg est comparable à de nombreuses autres études (tableau 75). Il est remarquable d'observer une telle stabilité sur des populations si éloignées dans le temps.

L'enthésopathie patellaire se caractérise donc par une grande stabilité de prévalence (entre 13,2 et 21,9% à Notre-Dame-du-Bourg) dans les différents groupes épidémiologiques étudiés (âge, époque, sexe, côté). Seuls les individus morts avant 25 ans en sont exempts. Ce taux d'atteinte peut donc être considéré comme normal et sans signification particulière dans une population.

### 11) Enthèse de la tubérosité postérieure du calcanéum (épine sous-calcanéenne)

Elle se développe sur le calcanéum à l'insertion du muscle adducteur de l'hallux (*M. adductor hallucis*). Ce muscle agit comme adducteur et fléchisseur de l'hallux, il maintient la voûte plantaire pendant la marche et la course.

L'épine calcanéenne est une exostose prenant une forme d'épine dirigée vers l'avant à partir de la tubérosité postérieure du calcanéum (photographie 20). Comme pour la crête tricépitale, nous retenons cette enthésopathie quand l'exostose forme un franc débord.

Une formation similaire, à ne pas confondre, peut être observée en avant de l'épine calcanéenne (Resnick & Niwayama 1983), au niveau de l'insertion du grand ligament plantaire (*lig. plantare longum*). Nous n'avons pas étudié cette enthésopathie.

Comme pour l'épine achilléenne, l'épine sous-calcanéenne n'est pas spécifiquement liée à l'activité mais survient fréquemment lors d'affections rhumatismales inflammatoires chroniques (Robin & Perrot 1990). Elle peut aussi être observée en cas de troubles de la statique du pied (pied plat).

La variation intra-observateur n'a pas été calculée.

		N	Épine sous-calcanéenne		Khi <sup>2</sup>
			+	%	
Total		518	17	(3,3%)	
Côté	Droit	265	10	(3,8%)	NS
	Gauche	253	7	(2,8%)	
Sexe	Hommes	150	8	(5,3%)	NS
	Femmes	107	1	(0,9%)	
Âge	Plus de 50 ans	65	6	(9,2%)	S
	Moins de 50 ans	170	5	(2,9%)	
	Plus de 30 ans	133	6	(4,5%)	*
	Moins de 30 ans	54	1	(1,9%)	
Période	15 à 25 ans	19	0		
	3A	209	9	(4,3%)	NS
4	207	7	(3,4%)		

tableau 76 : prévalence et épidémiologie de l'épine sous-calcanéenne.

NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

L'épine sous-calcaneenne est une enthesopathie assez rarement retrouvée à Notre-Dame-du-Bourg (tableau 76). Elle s'observe surtout chez les plus âgés. Chez deux échantillons préhistoriques ibériques, al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004) aussi retrouvent cette enthesopathie plus fréquente après 35 ans.

Échantillons	N	Épine sous-calcaneenne		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	518	17	3,3%	
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	41	8	19,5%	*
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	67	14	20,9%	*
Nécropole de Rochester, Grande-Bretagne, 4 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Robin & Perrot 1990)	85	3	3,5%	*
Villanueva de Soportilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	37	4	10,8%	*
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	44	7	15,9%	*
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	19	1		*
Collection Todd, États-Uniens du début du 20 <sup>e</sup> siècle (Shaibani, Workman <i>et al.</i> 1993)	872	113	13%	TS
Français, fin du 20 <sup>e</sup> siècle, radiologie (Morlock, Dessauw <i>et al.</i> 1991)	40	2	6,2%	*

tableau 77: comparaison de la prévalence d'épine sous-calcaneenne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. TS = très significatif ( $p < 0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Le taux de prévalence est très différent selon les études (tableau 77) : entre 3,3% et 21% il est difficile de se prononcer sur la signification de ces prévalences pour une enthesopathie aux étiologies multiples. L'activité n'est manifestement qu'une étiologie parmi beaucoup d'autres.

## 12) Entèse du tendon calcaneen (épine achilléenne)

Le tendon d'Achille (ou tendon calcaneen) réunit la partie inférieure des tendons des muscles soléaire et jumeaux. Son action est l'extension de la cheville, agissant au cours de la marche et de façon plus intense encore pendant la course.

L'épine achilléenne se développe à partir de la face postérieure du calcaneum et forme une exostose dirigée vers le haut (photographie 21). Comme pour l'enthésopathie précédente, nous retenons le diagnostic quand l'exostose forme un franc débord.

Plus encore que pour les autres localisations, l'enthésopathie achilléenne peut être due à plusieurs pathologies différentes : la course ou d'autres facteurs mécaniques comme l'obésité ou des arrachements ligamentaires traumatiques, l'arthrose, des affections métaboliques comme le diabète ou la goutte (Sebes 1989), c'est aussi un lieu d'élection des enthésopathies des spondylarthropathies inflammatoires (Resnick & Niwayama 1983 ; Sebes 1989 ; Lopes Vaz, Araujo *et al.* 1991) ou de la maladie hyperostotante (épine achilléenne dans 90% des cas selon Morlock, Dessauw *et al.* 1991 et 91% selon Sebes 1989).

La variation intra-observateur n'a pas été calculée.

		N	Épine achilléenne		Stat
			+	%	
Total		518	66 (12,7%)		
Côté	Droit	265	33 (12,5%)		NS
	Gauche	253	33 (13%)		
Sexe	Hommes	150	26 (17,3%)		NS
	Femmes	107	10 (9,3%)		
Âge	Plus de 50 ans	65	21 (32,3%)		TS
	Moins de 50 ans	170	11 (6,5%)		
	Plus de 30 ans	133	27 (20,3%)		TS
	Moins de 30 ans	54	0 (0%)		
Période	15 à 25 ans	19	0		
	3A	209	23 (11%)		NS
	4	207	30 (14,5%)		
	Hommes 3A	65	8 (12,3%)		NS
	Femmes 3A	51	7 (13,7%)		
	Hommes 4	50	11 (22%)		S <sup>1</sup>
Femmes 4	46	3 (6,5%)			

tableau 78 : prévalence et épidémiologie de l'épine achilléenne à Notre-Dame-du-Bourg. Le test statistique utilisé est le  $\chi^2$ , sauf <sup>1</sup> avec le test exact de Fisher. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ )

L'épine achilléenne est presque 4 fois plus fréquente que l'épine sous-calcaneenne à Notre-Dame-du-Bourg (tableau 78). Elle atteint surtout les individus âgés, aucune épine achilléenne n'est retrouvée avant 30 ans.

Pendant la période « 3A », les deux sexes sont également atteints, mais ce sont surtout les hommes qui ont des épines achilléennes pendant la période « 4 ». Les hommes sont aussi plus atteints dans deux études (Belcastro, Facchini *et al.* 2001 ; al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* 2004). Actuellement l'épine achilléenne est surtout retrouvée chez les femmes âgées obèses.

Échantillons	N	épine achilléenne		Khi <sup>2</sup>
		+	%	
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	518	66	12,7%	
Néolithiques helvétiques, 4700-3490 avant J.-C. (Kramar, Lagier <i>et al.</i> 1990)	51	13	25,5%	S
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	46	12	26,1%	S
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	67	35	52,2%	TS
Nyon-Clementy, Suisse, 400-700 après J.-C. (Kramar, Lagier <i>et al.</i> 1990)	13	4		*
Vicenne-Campochiaro, Italie, début du Moyen Âge (Belcastro, Facchini <i>et al.</i> 2001)	24	16		*
Santa Maria de Hito (nord de l'Espagne) 6 <sup>e</sup> -12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Galera & Galera 1993)	70	11	15,7%	NS
Villanueva de Soportilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	37	20	54,1%	TS
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	48	9	18,8%	NS
Genève, Suisse, 1000-1400 après J.-C. (Kramar, Lagier <i>et al.</i> 1990)	72	28	38,9%	TS
Sindou, France 11 <sup>e</sup> -9 <sup>e</sup> siècle avant J.-C. (Casas, Crubézy <i>et al.</i> 1986)	18	15		*
Église St Etienne de Toulouse, 11 <sup>e</sup> -12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Casas, Crubézy <i>et al.</i> 1986)	56	6	10,7%	NS
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	19	13		*
Collection Todd, États-Uniens du début du 20 <sup>e</sup> siècle (Shaibani, Workman <i>et al.</i> 1993)	872	392	45%	TS
Français, fin du 20 <sup>e</sup> siècle, radiologie (Morlock, Dessauw <i>et al.</i> 1991)	40	8	21,2%	NS

tableau 79: comparaison de la prévalence d'épine achilléenne entre Notre-Dame-du-Bourg et

d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ),

\*signifie une impossibilité de calcul du test.

C'est une enthésopathie aisément observable, souvent décrite (tableau 79). Les taux de présence sont extrêmement variables. Des définitions différentes peuvent être en cause, car l'enthésopathie peut s'interpréter du simple bourrelet à la franche épine. Mais la variation la plus grande (de 10 à 83%) est réalisée au sein de la même étude (Casas, Crubézy *et al.* 1986), donc avec la même définition.

Son interprétation est rendue délicate par la multiplicité de ses étiologies mécaniques (activité mais aussi poids, déséquilibre de la marche) ou non-mécaniques (rhumatismes inflammatoires chroniques, maladie hyperostose, arthrose, affections métaboliques). Il nous



semble donc abusif d'en faire un signe révélateur de course à pied (Dutour 1986 ; Galera & Galera 1993 ; Capasso, Kennedy *et al.* 1999).

Il est donc aussi difficile de définir une prévalence non-pathologique pour cette enthésopathie que déterminer une étiologie précise. Son intérêt comme marqueur d'activité nous semble quasi-nulle.

## DISCUSSION GÉNÉRALE SUR LES ENTHÉSOPATHIES

### Variabilité intra-observateur

Le tableau 80 réunit les variabilités intra-observateur des enthésopathies étudiées. Les variabilités des enthésopathies des calcanéums n'ont pas été déterminées.

Enthésopathies	N	Différences	
		+	%
Insertion du grand pectoral en relief	65	13	20%
Insertion du grand pectoral en dépression ( <i>Fossa pectoralis</i> )	65	4	6,2%
Insertion du grand rond en relief	64	10	15,6%
Insertion du grand rond en dépression ( <i>Fossa teres</i> )	64	7	10,9%
Tubérosité bicipitale en relief	67	22	32,8%
Tubérosité bicipitale en dépression	67	1	1,5%
Insertion du rond pronateur en relief	66	2	3,0%
Insertion du rond pronateur en dépression ( <i>Fossa pronator</i> )	66	7	10,6%
Crête tricipitale	68	1	1,5%
Crête supinatrice	68	13	19,1%
Aspect spiculé de la fosse trochantérique	51	4	7,8%
Insertion du muscle brachial en relief	67	1	1,5%
Insertion du muscle brachial en dépression ( <i>Fossa brachialis</i> )	67	5	7,5%
Insertion du moyen glutéal	68	0	0%
Ligne soléaire en relief	65	9	13,8%
Ligne soléaire en dépression ( <i>Fossa solei</i> )	65	1	1,5%
Insertion proximale du quadriceps fémoral sur la patella	68	2	2,9%
Insertion distale du quadriceps fémoral sur la patella	68	0	0%

tableau 81: variabilité intra-observateur des enthésopathies relevées à Notre-Dame-du-Bourg

L'importance de la variabilité intra-observateur détermine la qualité des résultats proposés par un même auteur et la variabilité inter-observateur détermine la qualité des comparaisons entre les études. La variabilité inter-observateur est forcément supérieure à la variabilité intra-observateur car à la variabilité intra-observateur s'ajoute une imprécision supplémentaire due à des interprétations différentes des frontières de définitions (par

exemple si la forme enthésopathique est une exagération d'un relief, il est souvent difficile de définir une frontière nette entre la forme « normale » et « enthésopathique »).

La variabilité inter-observateur n'a pas été mesurée dans cette étude. Sa valeur est souvent proche du double de la variabilité intra-observateur (Crubézy, Goulet *et al.* 2002).

Une variabilité intra-observateur à 10% (correspondant approximativement à une variabilité inter-observateur à 20%) est sans doute le maximum admissible pour une comparaison correcte entre des études différentes.

Une variabilité intra-observateur comprise entre 10% et 20% doit rendre prudentes les comparaisons entre études. Une variabilité intra-observateur au delà de 20% rend probablement sans intérêt toute comparaison entre études différentes et compromet la qualité des résultats et des interprétations qui en découlent.

La tubérosité bicipitale en relief, l'insertion du grand pectoral en relief et la crête supinatrice montrent une variabilité intra-observateur exagérément élevée pour une comparaison entre échantillons, voire même une étude propre. Ces signes ne remplissant des critères de reproductibilité suffisants, il nous semble que leur étude ne peut guère présenter d'intérêt scientifique, du moins en l'absence d'une définition plus précise.

L'insertion du grand rond en relief, et la ligne soléaire en relief ont une variabilité intra-observateur médiocre, mesurée entre 13,8 et 15,6%. Les comparaisons devront être très prudentes, mais il s'agit de caractères assez peu étudiés.

Tous ces caractères présentant une forte variabilité intra-observateur sont des néoformations osseuses, les relevés des formes en dépressions sont plus reproductibles.

Toutes les autres enthésopathies présentent une variabilité intra-observateur inférieure à 10% ou dépassant très légèrement cette limite (*Fossa teres* et *pronator* à 10,9 et 10,6%).

### **Selon le côté**

Aucune latéralisation significative n'a été retrouvée sur les 13 enthésopathies étudiées. Les taux sont très proches avec des différences statistiques jamais proches des limites de significativité. Deux études retrouvent cette même absence de latéralisation (Casas, Crubézy *et al.* 1986 ; al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* 2004). Il nous apparaît en particulier impossible de déterminer la latéralisation manuelle d'un individu à partir de ces enthésopathies. Hawkey & Merbs (1995), constatant une dissymétrie de l'ordre de 1 sur 5 pour des enthésopathies du membre supérieur chez des Inuits, ont interprété cette différence comme un reflet de leur latéralisation manuelle. Il est possible que certaines activités spécifiques puissent provoquer une différence d'atteinte entre les côtés mais, au vu des

résultats retrouvés à Notre-Dame-du-Bourg, nous restons sceptiques sur de telles interprétations.

L'absence de différence significative entre les côtés droit et gauche nous permet donc de ne pas prendre en compte la latéralité des caractères observés.

### Effets de l'âge sur les enthésopathies en relief (production d'enthésophytes)

L'âge est un facteur important pour la survenue des enthésophytiques mais il est moins essentiel que pour l'arthrose. En fait, son influence est variable selon les localisations (tableau 82).

		Âge		Sexe		Période	
		Plus de 30 ans	Plus de 50 ans	Hommes	Femmes	« 3A »	« 4 »
Humérus	Insertion du grand pectoral - relief	S	S	>50 ans	*	>50 ans	>50 ans
	Insertion du grand rond - relief	S	S	>50 ans	*	*	>50 ans
Radius	Tubérosité bicipitale - relief	S	S	NS	NS	>50 ans	>50 ans
	Insertion du rond pronateur - relief	NS	*	*	*	*	*
Ulna	Crête tricpitale	S	NS	NS	*	NS	*
	Crête supinatrice	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Insertion du muscle brachial - relief	NS	NS	*	*	*	NS
Fémur	Fosse trochantérique - spiculée	S	S	>50 ans	>50 ans	>50 ans	>50 ans
	Exostose du moyen glutéal	*	*	*	*	*	*
Tibia	Ligne soléaire - relief	*	NS	*	*	*	NS
Patella	Insertion du quadriceps fémoral	NS	NS	NS	NS <sup>1</sup>	NS <sup>1</sup>	NS <sup>1</sup>
Calcaneum	Épine sous-calcaneenne	*	*	*	NS <sup>1</sup>	>50 ans <sup>1</sup>	NS <sup>1</sup>
	Épine achilléenne	S	S	>50 ans	NS <sup>1</sup>	>50 ans <sup>1</sup>	>50 ans

tableau 82 : Résultat des tests statistiques pour le facteur âge des enthésopathies en relief suivant le sexe et la période. Le test statistique utilisé est le  $\chi^2$ , sauf <sup>1</sup> avec le test exact de Fisher. Dans les colonnes des âges, « S » indique que le caractère est significativement plus fréquent chez les plus de 30 et 50ans. Dans les colonnes de sexe et d'âge, « >50 ans » indique une atteinte statistiquement significative chez les plus de 50 ans pour le caractère étudié. « NS » : non significatif, \* : impossibilité de calcul du test.

La prévalence des enthésopathies du grand pectoral, du grand rond, de la tubérosité bicipitale, de l'obturateur externe (fosse trochantérique) et du tendon calcanéen augmentent constamment avec l'âge quelque soient le sexe ou la période. Pour les autres, en particulier les crêtes de l'ulna ou les enthésopathies de la patella, l'effet de l'âge n'est pas significatif.

En séparant les sexes, l'âge n'est un facteur déterminant que chez les hommes, pour 4 localisations (grand pectoral, grand rond, fosse trochantérique et épine achilléenne).

L'effet de l'âge est presque identique dans les deux périodes principales étudiées, sauf l'épine sous-calcanéenne, plus fréquente chez les plus de 50 ans de la période « 3A » et l'insertion en relief du grand rond, plus fréquente en période « 4 ».

Les enthésopathies étudiées ne sont donc pas un purement dégénératives, sauf peut-être l'aspect de la fosse trochantérique. D'autres facteurs, notamment mécaniques ont sans doute une influence déterminante. Il est remarquable que des adultes jeunes (morts avant l'âge de 30 ans) voire très jeunes (morts entre 15 et 25 ans) aient déjà des atteintes de l'enthèse. Sur les 21 individus morts entre 15 et 25 ans, 38,1% présentent au moins une enthésopathie en relief. Des affections rhumatismales chroniques pourraient augmenter la fréquence d'enthésopathies dans cette population jeune, mais les prévalence de ces affections sont bien inférieures au taux d'enthésopathies constatés.

L'effet de l'âge semble plus marqué chez les hommes que chez les femmes. Il est possible que l'activité physique, probablement plus intense chez les hommes, ait provoqué chez eux des lésions de l'enthèse plus constantes et régulières que chez les femmes. Chez elles, les micro-arrachages de l'enthèse sont peut-être moins fréquents et répartis plus aléatoirement au cours de l'existence. Mais deux biais de recrutement sont à prendre en compte : d'une part, l'effet de la plus grande fréquence de la maladie hyperostosante chez les hommes âgés (des individus atteints ont pu échapper à la méthode de diagnostic utilisé puisque seuls les individus ayant au moins 10 localisations observables ont été pris en compte). D'autre part, il est possible que la plus grande fréquence de ces enthésopathies chez les hommes ait pu conduire à une significativité statistique, alors que la prévalence reste trop faible chez les femmes pour exprimer une significativité dans cet échantillon.

## Sexe et périodes

Nous étudions ensemble ces deux critères afin de séparer les prévalences de chacune des quatre populations (hommes et femmes des périodes « 3A » et « 4 »).

	Échantillon total	Sexe	
		Hommes	Femmes
Insertion du grand pectoral - relief	-	-	-
Insertion du grand pectoral - fosse	-	-	*
Insertion du grand rond - relief	-	-	*
Insertion du grand rond - fosse	-	-	*
Tubérosité bicipitale - relief	-	-	-
Tubérosité bicipitale - fosse	-	-	-
Insertion du rond pronateur - relief	-	*	*
Insertion du rond pronateur - fosse	-	-	*
Crête tricipitale	-	3A	-
Crête supinatrice	3A	3A	-
Insertion du muscle brachial - relief	-	-	-
Insertion du muscle brachial - fosse	3A	3A	-
Fosse trochantérique - lisse	3A	-	-
Fosse trochantérique - spiculée	4	-	-
Exostose du moyen glutéal	4	*	*
Ligne soléaire - relief	-	-	*
Ligne soléaire - fosse	3A	3A	-
Insertion du quadriceps fémoral	-	-	-
Épine sous-calcanéenne	-	*	- <sup>1</sup>
Épine achilléenne	-	-	- <sup>1</sup>

tableau 83 : Résultats des tests statistiques des enthésopathies pour la comparaison des périodes « 3A » et « 4 » entre les sexes. Le test statistique utilisé est le  $\chi^2$ , sauf <sup>1</sup> avec le test exact de Fisher. Le contenu de la case indique quelle période est significativement plus atteinte « - » : différence non significative, \*signifie une impossibilité de calcul du test). Pour les colonnes « périodes », contenu de la case indique quel sexe est significativement plus atteint.

Les différences diachroniques sont assez rares (tableau 83), elles concernent surtout la crête supinatrice et l'insertion du muscle brachial sous forme de fosse (plus fréquentes pendant la période « 3A ») et l'exostose du moyen glutéal (plus fréquente pendant la période « 4 »).

Les trois localisations du membre supérieur présentant une différence diachronique sont plus fréquentes pendant la période « 3A », alors que l'arthrose du coude est plus souvent retrouvée pendant la période « 4 ». Si l'on admet l'hypothèse que les enthésopathies et l'arthrose du coude sont des reflets de l'activité musculaire (des « marqueurs osseux

d'activité »), ces résultats apparaissent paradoxaux. Les interprétations de ces éléments pathologiques se révèlent assurément plus complexes que des simples mesures d'activité (voir page suivante).

Une activité différente des membres inférieurs (station assise) pourrait être évoquée sur l'aspect de la fosse trochantérique.

	Période « 3A »	Période « 4 »
Insertion du grand pectoral - relief	H	H
Insertion du grand pectoral - fosse	*	*
Insertion du grand rond - relief	-	H
Insertion du grand rond - fosse	-	H
Tubérosité bicipitale - relief	-	-
Tubérosité bicipitale - fosse	-	H
Insertion du rond pronateur - relief	*	*
Insertion du rond pronateur - fosse	*	-
Crête tricipitale	-	-
Crête supinatrice	-	F
Insertion du muscle brachial - relief	*	-
Insertion du muscle brachial - fosse	-	-
Fosse trochantérique - lisse	-	-
Fosse trochantérique - spiculée	-	-
Exostose du moyen glutéal	*	*
Ligne soléaire - relief	-	-
Ligne soléaire - fosse	-	*
Insertion du quadriceps fémoral	-	-
Épine sous-calcanéenne	*	- <sup>1</sup>
Épine achilléenne	-	H

tableau 84 : Résultats des tests statistiques des enthésopathies pour la comparaison des sexes entre les périodes « 3A » ou « 4 ». Le test statistique utilisé est le  $\chi^2$ , sauf <sup>1</sup> avec le test exact de Fisher. Le contenu de la case indique quelle période est significativement plus atteinte « - » : différence non significative, \*signifie une impossibilité de calcul du test). Pour les colonnes « périodes », contenu de la case indique quel sexe est significativement plus atteint.

Pendant la période « 3A », sur 14 enthésopathies dont le test statistique est calculable, une seule (l'enthésopathie en relief du grand pectoral) présente une atteinte significativement plus importante chez les hommes (tableau 84). Pendant la période « 4 », 6 sur 16 enthésopathies présentent une atteinte sexuelle préférentielle. Une seule enthésopathie montre une préférence féminine, les cinq autres atteignant plus les hommes. Cette différence existe de la même façon sur l'arthrose du coude (mais pas pour la gonarthrose). En conservant l'hypothèse que l'enthésopathie peut être liée à l'activité, cette différence pourrait être expliquée par une répartition sexuelle des tâches physiques plus marquée durant la période « 4 » que pendant la période « 3A ».

## Signification des enthésopathies

Certaines étiologies sont si rares qu'il est possible de les négliger lors d'un décompte épidémiologique sur un effectif important, comme les rhumatismes inflammatoires ou des désordres endocriniens (à l'exception du diabète ?). La prévalence importante de la maladie hyperostose (de l'ordre de 10%) et son atteinte préférentielle des hommes âgés rendent son diagnostic indispensable avant d'étudier les sites d'enthèses. Après avoir écarté ces diverses étiologies, l'origine mécanique des enthésopathies reste au premier plan. Mais ces origines mécaniques sont variées : contraintes exagérées, diminution de la résistance osseuse (par prédispositions personnelles, vieillissement, ostéoporose), dégradation du tendon par appauvrissement vasculaire ou contrainte mécanique modérée sur muscle contracté (Husson, Chauveaux *et al.* 1991 ; Rodineau 1991).

Il ne faut pas interpréter une enthésopathie comme le reflet de l'activité de son seul muscle associé (Stirland 1998). Les muscles ne fonctionnent jamais seuls mais en association. D'autre part, certains muscles ont une large insertion périostée et ne pourront être concernés par une lésion enthésopathique, leur activité sera donc sous-estimée.

L'enthésopathie n'est pas le reflet linéaire d'une simple activité intense et répétée. Elle est la conséquence de quelques traumatismes d'arrachages distincts survenant avec une probabilité d'autant plus grande que l'activité est fréquente certes, mais où d'autres facteurs interviennent : type et intensité du mouvement, état général de l'enthèse (en incluant des facteurs endocriniens, d'élasticité du tendon, de vascularisation, de résistance personnelle à l'arrachage ou encore de vieillissement).

À l'échelle d'un individu, l'enthésopathie est ininterprétable, trop d'étiologies pouvant intervenir. De plus, deux individus pratiquant la même activité n'auront pas une réponse enthésopathique unique. Cette variabilité entre les individus différencie nettement l'affection biologique qu'est une enthésopathie des traces d'activité examinables par exemple sur les outils de pierre. Il est donc illusoire en paléopathologie de remonter à l'origine biomécanique précise d'une enthésopathie isolée. Comme pour l'arthrose, la formation d'une enthésopathie est un phénomène anatomo-pathologique complexe qu'il n'est pas possible de réduire à un simple marqueur osseux d'une activité spécifique.



Si l'on considère l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg comme génétiquement homogène et de taille suffisante, les différences diachroniques observées se rapportent probablement à des différences d'activité. L'interprétation doit cependant être prudente.

À Notre-Dame-du-Bourg, sur quatre enthésopathies liées au coude (tubérosité bicipitale, crêtes tricipitale et supinatrice, empreinte du muscle brachial), trois présentent une diminution significative de leur prévalence entre les périodes « 3A » et « 4 » dans la population masculine. Après les précautions émises plus haut, il nous semble licite d'interpréter ce phénomène comme lié à un changement d'activité au niveau du coude dans la population masculine. Parallèlement s'observe une diminution de la fréquence de l'arthrose du coude pour cette même population masculine. Un changement d'activité du coude chez les hommes entre les périodes médiévale et moderne pourrait avoir entraîné à la fois une diminution des étiologies favorables à l'arthrose et une augmentation des étiologies favorables aux enthésopathies.

Si les enthésopathies et l'arthrose du coude peuvent être liées à l'activité, des mécanismes différents président assurément à leur formation. L'enthésopathie est issue de micro-arrachages survenant pour les tractions exagérées de l'enthèse (Husson, Chauveaux *et al.* 1991). Il s'agit donc de quelques événements micro-traumatologiques répétés. Le facteur le plus important serait l'importance de la contrainte mécanique, ce qui explique que l'effet de l'âge ne soit pas toujours significatif. L'arthrose serait plutôt le reflet d'une activité répétitive et pratiquée sur de longues périodes. Le facteur le plus important serait la durée d'exposition de l'articulation à une activité répétée.

Les hommes de la période « 3A » pourraient s'être adonnés à des travaux violents du membre supérieur (bûcheronnage par exemple). Les hommes de la période « 4 » auraient des activités moins violentes et plus répétitives. Il serait intéressant de savoir si l'archéologie du site et l'histoire locale permettent de confirmer ces hypothèses.



## CARACTÈRES DISCRETS

Les anatomistes et anthropologues ont depuis longtemps remarqué des variations anatomiques et morphologiques sur les os du squelette. De vastes études ont parfois tenté de les présenter de façon plus ou moins exhaustive. Notre démarche fut différente en étudiant un nombre limité de caractères choisis sur leurs intérêts supposés *a priori*. Le choix des caractères étudiés a été déterminé par Bertrand Mafart dans la continuité de ses travaux portant sur des séries historiques provençales (Mafart 1980 ; 1984 ; 1996).

Un caractère discret est par définition coté en « présent » ou « absent ». Cette dichotomie simple (voire simpliste) permet des calculs statistiques efficaces. Nous étudierons ici des caractères discrets correspondant à cette définition stricte (exemple : perforation sternale) mais aussi des caractères pouvant se répartir en plusieurs classes (exemple : position tubérositaire du radius). Quelquefois, le caractère se comporte réellement en terme de présence ou d'absence, sans stade intermédiaire possible (exemple : l'apophyse supra-épitrochléenne). Mais il existe souvent entre l'absence du signe et sa présence nette un continuum de forme, qu'il est parfois difficile de séparer nettement (exemple : crête glutéale du fémur). Certains auteurs cotent ces signes sur une échelle mais ce système comporte des inconvénients méthodologiques (voir chapitres sur l'arthrose et les enthésopathies). Nous préférons donc choisir une frontière clairement définie pour déterminer ou non l'existence du signe sur un os. D'une façon générale, nous ne garderons que les formes indiscutables en éliminant les formes ambiguës.

Quelques problèmes méthodologiques doivent être précisés. Les caractères discrets des os du squelette appendiculaire sont donc situés sur des os appariés. Sur le vivant, il est aisé de donner une prévalence du signe par individu. Sur un échantillon archéologique, comme à Notre-Dame-du-Bourg, les squelettes sont le plus souvent incomplets, il arrive fréquemment qu'un seul des deux os soit conservé. Restreindre l'étude aux seuls os symétriquement conservés réduirait trop drastiquement l'échantillon. Nous préférons observer tous les os disponibles en prenant en compte leur côté, puis donner des taux de prévalence sur cet ensemble d'os. Pour permettre certaines comparaisons avec d'autres études, il arrivera que nous donnions la prévalence par individu en ne retenant pour cela que les seuls os appariés.

Nous donnerons aussi (si nécessaire) les taux d'atteintes bilatérales réalisés sur ce même échantillonnage réduit.

La terminologie des formes présentes à la naissance peut être délicate. Définissons brièvement trois termes couramment utilisés dans cette étude :

- *congénital* : se dit d'un caractère présent à la naissance.
- *génétique* : caractère constitutionnel codé par le génome.
- *épigénétique* : caractère constitutionnel non codé par le génome.

*Congénital* est donc un terme descriptif, *génétique* et *épigénétiques* sont étiologiques. Un caractère présent à la naissance (congénital) n'est pas forcément génétique ou épigénétique (ex : *spina bifida* lié à des facteurs diététiques durant la grossesse). En l'absence d'étude spécifique sur le mode de transmission (mendélien ou non), il n'est pas possible *a priori* de déterminer si le caractère est génétique ou épigénétique. Nous rassemblerons ces deux modes d'expression sous le terme « héréditaire ».

Par l'étude de ces caractères discrets dans les ossements de la nécropole de Notre-Dame-du-Bourg, nous avons voulu (i) étudier et comparer avec d'autres études la prévalence d'apparition de ces caractères (ii) prendre part à la discussion étiologique, en particulier grâce aux éléments épidémiologiques que nous constaterons (iii) déterminer pour chaque caractère une prévalence habituelle, non pathologique et sans signification particulière dans une population donnée.

Le relevé des caractères discrets a été réalisé par nous-même pour le squelette appendiculaire (sauf la perforation de la clavicule, la perforation sternale, l'apophyse supra-épitrochléenne et l'os acromial, conjointement avec Bertrand Mafart), et par Bertrand Mafart et nous-même pour les éléments du squelette axial.

Os	Caractères discrets
Clavicule	Perforation de la clavicule
Omoplate	Os acromial
Humérus	Ptère humérus
	Apophyse supra-épitrochléenne
	Perforation humérale
	Translucidité du septum huméral
	Tunnel osseux supra-épitrochléen
Radius	Position tubérositaire
Ulna	Division de la surface articulaire olécranienne
Fémur	Fosse d'Allen
	Extension de la surface articulaire
	Empreinte iliaque
	Troisième trochanter
	Fosse hypotrochantérique
	Crête glutéale
Patella	<i>Patella partita</i>
	Encoche du vaste latéral sur la patella
Tibia	Tubercule de Gerdy
Talus	Os trigone du talus
Calcanéum	<i>Calcaneus secundarius</i>
Atlas	<i>Spina bifida</i> de l'atlas
Sternum	Foramen sternal
Rachis lombaire	Spondylolyse lombaire
Sacrum	<i>Spina bifida occulta</i> du sacrum

tableau 85 : liste des 24 caractères discrets post-crâniens étudiés

### 1- Perforation de la clavicule

La surface antéro-supérieure de la clavicule est parfois percée d'un fin tunnel traversé par le nerf supra-claviculaire (photographie 22). Le diagnostic ne pose aucun problème. C'est un caractère rare qui a déjà été décrit chez des enfants et des fœtus (Saunders 1978 ; Mafart 1984). Son déterminisme est assurément héréditaire (Saunders 1978).

		N	Perforation de la clavicule	Khi <sup>2</sup>
Total		710	16 (2,3%)	
Côté	Droit	355	6 (1,7%)	NS
	Gauche	355	10 (2,8%)	
Sexe	Hommes	256	9 (3,5%)	NS
	Femmes	182	5 (2,7%)	
Âge	Plus de 50 ans	125	6 (4,8%)	*
	Moins de 50 ans	232	5 (2,2%)	
	Plus de 30 ans	251	8 (3,2%)	*
	Moins de 30 ans	73	2 (2,7%)	
Période	3A	252	11 (4,4%)	S
	4	348	4 (1,1%)	

tableau 86 : prévalence et épidémiologie de la perforation de la clavicule à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La perforation de la clavicule est un caractère rare à Notre-Dame-du-Bourg. Un foyer focalisé est observable pendant la période « 4 ». Dans 3 cas, la perforation survient sur les deux clavicules d'un même individu.

Échantillons	N	Perforation de la clavicule	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	710	16 2,3%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980)	61	6 9,8%	*
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	11	1	*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	49	3 6,1%	*
Enfants de La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	25	2	*
Portugais de Coimbra, 19 <sup>e</sup> siècle (Santos 1928)	450	30 6,7%	TS
Anglais, début 20 <sup>e</sup> siècle (Parsons 1916)	286	7 2,4%	NS
Français, 20 <sup>e</sup> siècle (Olivier 1951 cité in Saunders 1978)	115	4 3,5%	*
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	423	2 0,5%	S
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	108	0 0%	*
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	160	3 1,9%	*
Aborigènes australiens (Ray 1959)	292	6 2,1%	NS
<b>Total</b>	<b>2630</b>	<b>76 2,9%</b>	

tableau 87: comparaison de la prévalence de perforation de la clavicule entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Dans la plupart des études, la prévalence de la perforation de la clavicule est faible.

Les prévalences plus importantes relevées dans certains échantillons peuvent évoquer un foyer familial de transmission (St-Victor de Marseille et Notre-Dame-du-Bourg période « 3A »). Une analyse génétique sur ces regroupements pourrait indiquer des relations de parenté possibles entre ces individus.

La rareté de la perforation claviculaire, son observation possible sur des jeunes enfants, son origine héréditaire et l'existence possible de liens familiaux se rapprochent des caractéristiques de l'apophyse supra-épitrochléenne (voir page Erreur : source de la référence non trouvée).

## **2- Os acromial (= *non-fusion of the acromial process = bi-partite acromion*)**

Trois points d'ossification forment l'acromion, ils se soudent en général au reste de l'omoplate entre 16 et 25 ans. L'os acromial est défini par la persistance après 25 ans de l'absence de soudure entre l'acromion et le reste de l'épine de l'omoplate. Les deux os sont unis habituellement par un fibro-cartilage ou plus rarement une articulation synoviale. En fonction de la localisation du point d'ossification qui ne se soude pas, l'os acromial sera plus ou moins volumineux, voire multiple (Macallister 1892 ; Morestin 1894 ; Féry & Sommelet 1988 ; Mellado, Calmet *et al.* 2003).

Il est souvent admis que l'os acromial pourrait favoriser des affections douloureuses de l'épaule comme une rupture de la coiffe des rotateurs (Féry & Sommelet 1988). Cependant, aucune étude n'a montré un lien statistique net entre la présence de l'os acromial et une omalgie (Elleuch, Baklouti *et al.* 1994 ; Sammarco 2000).

L'os acromial lui-même est de petite taille et rarement recueilli lors de la fouille archéologique. Le diagnostic est donné par l'existence d'une zone tronquée aux bords mous sur l'acromion (photographie 23). Un diagnostic différentiel est une fracture ou blessure par épée, mais infiniment plus rare (Mitchell 1999).

Par définition, la recherche d'os acromiaux n'a de sens que pour les individus ayant terminé la fusion de leurs épiphyses. L'âge des individus est donc un élément déterminant pour les études sur l'os acromial. Les taux d'os acromiaux ne devraient donc se baser que sur des populations d'adultes de plus de 25 ans (Saunders 1978). Les comparaisons sont délicates avec des populations d'âge non contrôlé. Chez les adultes jeunes, la différence entre un acromion non-soudé et un véritable os acromial peut être tentée : l'acromion encore non-soudé aura une surface hérissée s'adaptant parfaitement dans l'épine de l'omoplate, un

os acromial présente une surface lisse et ne s'emboîtant pas dans l'épine de l'omoplate qui lui fait face (Sammarco 2000). Cette technique ne peut évidemment s'appliquer en l'absence de l'os acromial. D'autre part, seule l'étude de Sammarco (2000) fait cette distinction, toute comparaison est donc encore impossible avec d'autres études.

Il a parfois été remarqué la plus grande fréquence de l'os acromial chez les hommes (Saunders 1978 ; Sammarco 2000). Saunders propose que la fusion plus tardive des épiphyses chez les jeunes hommes puisse expliquer cette différence.

L'étiologie de l'os acromial est encore discutée. Ce défaut ou anomalie de développement pourrait avoir un déterminisme génétique (Vallois 1925 cité in Mafart 1997 ; Sammarco 2000). Des facteurs environnementaux pourraient aussi influencer sur la non-fusion acromiale : Stirland (1984) évoque un stress biodynamique lié à la pratique intensive de l'archerie pour expliquer le taux élevé d'os acromiaux chez les archers noyés dans le naufrage du *Mary Rose* en 1545. Mais Mafart (1997) incite à la prudence d'interprétation en faisant remarquer l'âge très jeune des archers. Un cas d'os acromial unilatéral a été décrit sur un cueilleur d'agrumes possédant d'autres signes d'utilisation intensive d'un membre, mais il s'agit d'un cas isolé (Wienker 1988 cité in Capasso, Kennedy *et al.* 1999).

Trois études présentent un taux d'os acromial plus élevé chez les individus d'origine africaine sub-saharienne (Sammarco 2000, Vallois 1925 cité in Mafart 1997, Angel cité in Mafart 1997). Cela peut s'interpréter comme l'effet d'un facteur génétique mais aussi par la sur-activité musculaire exigée à des populations d'esclaves ou leurs descendants. Sammarco (2000) d'autre part remarque que l'âge moyen de l'échantillon de mélanodermes qu'il étudie est inférieur de 10 ans à celui des leucodermes, ce qui pourrait introduire un biais, même si son étude tend à séparer les acromions non encore fusionnés des véritables os acromiaux.

		N	Os acromial	Khi <sup>2</sup>
Total		624	42 (6,7%)	
Côté	Droit	335	24 (7,2%)	NS
	Gauche	289	18 (6,2%)	
Sexe	Hommes	215	17 (7,9%)	NS
	Femmes	171	13 (7,6%)	
Âge	Plus de 50 ans	112	9 (8,0%)	NS
	Moins de 50 ans	194	20 (10,3%)	
	Plus de 30 ans	229	16 (6,1%)	*
	Moins de 30 ans	44	4 (9,1%)	
	15 à 25 ans	11	2	*
Plus de 25 ans	613	40 (6,5%)		
Période	3A	191	9 (4,7%)	NS
	4	348	25 (7,2%)	

tableau 88 : prévalence et épidémiologie de l'os acromial à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.



Sur 204 individus dont les acromions bilatéraux ont pu être examinés, 8 avaient un os acromial bilatéral (3,9%), 4 seulement à gauche et 7 seulement à droite. Donc 19 individus sur 204 (9,3%) présentent au moins un os acromial. Parmi eux, 8 (42,1%) possédaient l'anomalie de façon bilatérale.

Échantillons	N	Os acromial	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total, nombre d'omoplates	624	42 6,7%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1997)	33	2 6,1%	*
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	4	0	*
Nécropole du prieuré de Ganagobie, 10 <sup>e</sup> -12 <sup>e</sup> siècle (Mafart 1997)	26	1	*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1997)	31	2 6,5%	*
Fréjus cathédrale, 12 <sup>e</sup> siècle (Mafart 1997)	34	2 5,9%	*
Cimetière de l'abbaye de Saint-Pierre de l'Almanarre, 12 <sup>e</sup> -14 <sup>e</sup> siècle (Mafart 1997)	18	0	*
Nécropole de Canac (Aveyron), 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Crubézy 1988)	10	2	*
Archers du Mary Rose 1545 (Stirland 1984)	162	19 11,7%	S
Allemands du 19 <sup>e</sup> siècle, dissections (Gruber 1863 cité in Sammarco 2000)	100	3 3%	NS
Leucodermes européens (Vallois 1925 cité in Féry & Sommelet 1988)		3,9%	
Français (Vallois 1925 cité in Féry & Sommelet 1988)	292	14 4,8%	NS
États-Uniens leucodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle, Hamann-Todd Collection (Sammarco 2000) individus	843	49 5,8%	NS <sup>1</sup>
États-Uniens du début du 20 <sup>e</sup> siècle, Hamann-Todd Collection (Nicholson, Goodman <i>et al.</i> 1996)	420	24 5,7%	NS
États-Uniens, radiographies (Liberson 1937)	100	27 2,7%	TS
Italiens contemporains, radiographies (Grasso 1992)	398	38 9,6%	NS
États-uniens, (Grant cité in Féry & Sommelet 1988)	319	22 6,9%	NS
Adultes dans divers sites archéologiques israéliens (Edelson, Zuckerman <i>et al.</i> 1993)	270	22 8,2%	NS
Mélanodermes africains (Vallois 1925 cité in Mafart 1997)		9,8%	
Esclaves affranchis afro-américains, Philadelphie 1823-1841 (Angel, Kelley <i>et al.</i> 1987)	50	15 30%	*
États-Uniens mélanodermes, début 20 <sup>e</sup> siècle, Todd Collection (Sammarco 2000) individus	355	47 13,2%	NS <sup>1</sup>
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	388	26 6,7%	NS
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	109	4 3,7%	NS
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	147	7 4,8%	NS
<b>Total</b>	<b>3531</b>	<b>272 7,7%</b>	<b>NS</b>

tableau 89: comparaison de la prévalence d'os acromial entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001), \*signifie une impossibilité de calcul du test. <sup>1</sup> signifie que le calcul est effectué sur les taux par individus

Échantillons	N	Os acromiaux bilatéraux	stat
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total, nombre d'omoplates	19	8 42,1%	
Archers du Mary Rose 1545 (Stirland 1984)	7	4	NS <sup>1</sup>
Français du 20 <sup>e</sup> siècles (Féry & Sommelet 1988)	28	10	NS <sup>1</sup>
États-Uniens du début du 20 <sup>e</sup> siècle, Hamann-Todd Collection (Sammarco 2000)	96	32 33,3%	NS
États-Uniens du début du 20 <sup>e</sup> siècle, Hamann-Todd Collection (Nicholson, Goodman <i>et al.</i> 1996)	17	7	NS <sup>1</sup>
États-Uniens, radiographies (Liberson 1937)		62%	

tableau 90: comparaison de la prévalence de bilatéralité d'os acromial entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études.

Le test statistique utilisé est le  $\chi^2$  sauf <sup>1</sup> avec test exact de Fisher, NS=non significatif ( $p>0,05$ )

À Notre-Dame-du-Bourg, le taux d'os acromial de 6,7% se situe dans la moyenne des valeurs retrouvées dans les autres études et le plus souvent sans différence statistiquement significative avec elles.

Le taux de l'anomalie est retrouvé avec de plus grandes valeurs pour les individus les plus jeunes. Comme il a été discuté plus haut, la valeur de 6,1% pour la population des plus de 30 ans peut être retenue comme valeur de référence à Notre-Dame-du-Bourg. Ce taux est en fait très proche de celui de la population générale.

Les os acromiaux sont fréquemment bilatéraux. Le taux de bilatéralité oscille autour de un sur deux dans toutes les études (tableau 90).

L'épidémiologie de l'os acromial à Notre-Dame-du-Bourg ne montre aucun lien particulier ni avec le côté, ni avec le sexe. Le taux est un peu plus important dans la période « 4 » que dans la période « 3A » mais sans signification statistique. Mis à part l'effet de l'âge déjà cité, la distribution de l'os acromial apparaît donc homogène dans les divers groupes épidémiologiques.

Dans une population d'origine européenne, un taux d'os acromial autour de 5% et inférieur à 10% semble donc sans signification étiologique particulière. Encore faut-il que l'âge de l'échantillon soit bien contrôlé, en ayant éliminé les individus de moins de 25 ans. Un taux supérieur à 10% (dans un échantillon de taille suffisante) peut évoquer soit un foyer génétique, soit peut-être l'effet de l'activité. Mais cette dernière étiologie nécessite d'être encore mieux établie.

Des variations selon l'origine ethnique pourraient exister. Mais il faudrait pouvoir disposer de données sur des populations africaines ou asiatiques non sélectionnées (comme le sont les esclaves afro-américains et leurs descendants).

### 3- Ptère de l'humérus

Elle est définie par une « surface concave s'étalant au dessus de l'épicondyle et en dedans du bord externe » (Manouvrier, cité in Mafart 1984), évoquant la forme d'une aile (photographie 24). Elle correspond sans doute à un développement important du muscle brachial (*M. brachialis*). Ce signe est peu étudié par les anthropologues. Mafart (1984) la retrouve plus fréquemment chez les hommes dans le site de La Gayole B (11<sup>e</sup>- 13<sup>e</sup> siècle après J.-C.) Le recueil n'est pas aisé car il s'agit d'une forme générale dont il est difficile de préciser les limites. La variabilité intra-observateur est calculée à 6,6% d'erreur. Ce résultat semble correct en raison de la faible prévalence du signe, en fait sa présence est difficilement reconnue.

		N	Ptère humérale
Total		812	10 (1,2%)
Côté	Droit	408	5 (1,2%)
	Gauche	404	5 (1,2%)
Sexe	Hommes	341	6 (1,8%)
	Femmes	270	1 (0,4%)
Âge	Plus de 50 ans	182	5 (2,7%)
	Moins de 50 ans	330	1 (0,3%)
	Plus de 30 ans	344	6 (1,7%)
	Moins de 30 ans	105	0 (0,0%)
Période	3A	283	9 (3,2%)
	4	390	1 (0,3%)

tableau 91 : prévalence et épidémiologie de la ptère humérale à Notre-Dame-du-Bourg

La rareté du signe à Notre-Dame-du-Bourg rend impossible toute comparaison statistique. Seules quelques tendances peuvent être notées : les côtés sont également atteints, la ptère atteint plus souvent les hommes âgés de la période « 3A ». Aucune ptère n'est relevée sur les individus morts avant l'âge de 30 ans.

Il s'agit donc probablement d'un marqueur d'activité musculaire intense du membre supérieur se développant au cours de la vie adulte.

Sa plus grande fréquence dans la période « 3A » pourrait indiquer une suractivité musculaire pour un petit groupe d'individus. Moins vraisemblablement, il pourrait aussi s'agir d'un foyer génétique isolé.

Échantillons	N	Ptère humérale		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	812	10	1,2%	
St-Victor Marseille, 4 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980)	66	26	39,4%	*
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	6	1		*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	54	17	31,5%	*

tableau 92: comparaison de la prévalence de ptère humérale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. \*signifie une impossibilité de calcul.

Dans 3 autres échantillons provençaux, Mafart (1980 ; 1984) retrouve des taux de présence de la ptère humérale beaucoup plus importants qu'à Notre-Dame-du-Bourg. Il peut s'agir d'une importante variabilité inter-observateur pour un signe au diagnostic subjectif.

Ce signe souffre surtout d'une difficulté diagnostique. Il caractérise sans doute des individus fortement musclés. Sa fréquence importante dans un échantillon doit faire évoquer une activité musculaire particulièrement développée. La ptère de l'humérus pourrait peut-être se retrouver en plus grand nombre dans des populations de chasseurs-cueilleurs ou de guerriers. Mais la variabilité inter-observateur probablement importante de ce signe réduit considérablement son intérêt.

#### **4- Apophyse supra-épitrochléenne (= Apophyse sus-épitrochléenne = *supra-condyloid process* = *supra-trochlear spur*)**

L'apophyse supra-épitrochléenne est une petite formation osseuse, de forme approximativement pyramidale (photographie 25), située à environ 6 cm (chez l'adulte) au dessus de l'épitrochlée et à mi-distance des bords interne et antérieur de l'humérus (Paturet 1951). C'est une variation anatomique rare, décrite pour la première fois par Tiedemann en 1822 (cité in Testut 1889). La plupart du temps, une bandelette fibreuse fait suite à l'apophyse et forme avec elle un canal ostéofibreux où passe le nerf médian accompagné en

général d'une artère (Testut 1889 ; Mafart 1983 ; Dellon 1986). Cette variation anatomique rare chez l'homme correspond à une formation analogue présente de façon constante chez certains mammifères (certains primates, rongeurs et carnivores dont les félins, la plupart des marsupiaux, édentés, etc.) Sa présence chez l'homme est donc la résurgence atavique d'un caractère phylogénétique (Otto 1839 cité in Testut 1889 ; Struthers 1873 ; Testut 1890). Sa présence a été décrite chez *Homo neandertalensis* (site du Regourdou) et chez des hommes préhistoriques du mésolithique (Baron 2003).

La présence d'une apophyse supra-épitrochléenne sur un humérus est aisément identifiable. Nous calculons un taux de variabilité intra-observateur à 0% (0/68), tandis que Saunders (1978) le calcule à environ 1%. D'autres formations osseuses peuvent être observées à la place de l'apophyse comme des lignes rugueuses et des crêtes plus ou moins saillantes (Testut 1889 ; Terry 1921 ; Hrdlička 1923 ; Mafart 1984). Ces formations peuvent avoir une fréquence élevée mais ne sont pas identifiables à la formation anatomique saillante très particulière qu'est l'apophyse supra-épitrochléenne. Nous avons donc éliminé de notre décompte les formes frustrées ou incertaines pour ne garder que les formes bien marquées, en pratique supérieures à 3 mm. Les comparaisons en seront d'autant plus fiables avec certaines études réalisées sur le vivant.

L'apophyse supra-épitrochléenne apparaît probablement très tôt dans le développement embryonnaire. De nombreux cas d'apophyses sur des jeunes enfants et des nouveaux-nés voire des fœtus ont été rapportés (Hyrtl en 1889 cité in Adams 1934 ; anonyme 1898 ; Cunningham 1898 ; Barbosa Sueiro cité in Saunders 1978 ; Mafart 1983). L'embryon humain normal développe un tubercule transitoire sur l'humérus, exactement à l'endroit où se forme l'apophyse supra-épitrochléenne (Adams 1934 ; Olivier 1962). Par contre, l'embryon ne développe habituellement aucune ébauche de bandelette fibreuse (Olivier 1962). La question du lien direct entre ce tubercule transitoire et la formation de l'apophyse supra-épitrochléenne n'est pas résolue.

Aucune cause favorisante n'est connue pour l'apparition d'une apophyse. Son déterminisme est probablement génétique puisque plusieurs cas familiaux ont été rapportés (Struthers 1873 ; Terry 1921 ; Magnant, Coiffu *et al.* 1971 ; Dastugue & Gervais 1992).

Signalons que l'apophyse supra-épitrochléenne peut parfois être symptomatique par la compression nerveuse entre l'apophyse osseuse et les masses musculaires environnantes. La fracture de l'apophyse supra-épitrochléenne peut également provoquer des lésions des éléments nerveux ou artériels passant à proximité (Newman 1969 ; Surdo & Montana 1999).

De nombreuses études américaines, surtout réalisées de 1921 à 1930, ont tenté de définir la prévalence de l'apophyse supra-épitrochléenne dans certaines populations (Terry 1921 ; Cady 1922 ; Hrdlička 1923 ; Pieper 1923 ; Terry 1923 ; Pieper 1925 ; Terry 1926 ; Cady & Byron 1927 ; Terry 1930). La prévalence dans les diverses populations d'origine européenne se situe autour de 1%. Elle semble beaucoup plus faible chez les populations amérindiennes, afro-américaines, indiennes ou asiatiques (Hrdlička 1923 ; Terry 1923 ; Aguila 1925 ; Rau & Sivasbrahmanian 1931). Dans ces échantillons, la prévalence si rare de l'apophyse pose même la question de leur existence sur des populations sans métissage avec des populations européennes (Terry 1930). Les Inuits semblent présenter le signe avec une prévalence comparable aux Européens (Hrdlička 1923 ; Saunders 1978), de même qu'une population antique d'Afrique de l'Est (Case 2000).

Des études anciennes, surtout italiennes, relevaient une prévalence de l'apophyse plus importante chez les malades mentaux internés et des criminels emprisonnés (Nicolas 1890, Valenti 1896, Ugolotti 1899, Zagni 1923, tous cités in Cady & Byron 1927). Les prévalences élevées retrouvées par ces auteurs italiens (jusqu'à 11%) sur leurs contemporains criminels laissent perplexe. S'agit-il, comme pour le tubercule auriculaire de Darwin, d'une tentative complice de réduire la culpabilité de certains criminels en suggérant qu'ils ne sont pas responsables d'une prétendue tendance innée au crime ? Ces théories en tout cas ont été réduites à néant par les deux très vastes études de Cady (Cady 1922 ; Cady & Byron 1927).

Avec 17 apophyses observées sur 1068 humérus adultes, la prévalence du signe à Notre-Dame-du-Bourg est assez importante (tableau 93). Sur 405 individus dont les deux humérus étaient examinables, 9 (2,2%) avaient au moins une apophyse supra-épitrochléenne : 6 unilatérales et 3 bilatérales.

		N	Apophyse supra- épitrochléenne	Khi <sup>2</sup>
Total		1068	17 (1,6%)	
Côté	Droit	532	9 (1,7%)	NS
	Gauche	536	8 (1,5%)	
Sexe	Hommes	357	4 (1,1%)	*
	Femmes	284	4 (1,4%)	
Âge	Plus de 50 ans	191	3 (1,6%)	*
	Moins de 50 ans	357	2 (0,6%)	
	Plus de 30 ans	364	5 (1,4%)	*
	Moins de 30 ans	123	1 (0,8%)	
Période	3A	390	3 (0,8%)	NS
	4	498	12 (2,4%)	

tableau 93 : prévalence et épidémiologie de l'apophyse supra-épitrochléenne à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Échantillons	N	Apophyse supra- épitrochléenne	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total, individus	405	9 2,2%	
Européens issus de fouilles archéologiques (Anderson 1987, cité in Case 2000)	215	1 0,5%	*
Britanniques (Struthers 1873 cité in Testut 1889)		2%	
Allemands (Gruber 1865 cité in Testut 1889)		2,7%	
Français, fin 19 <sup>e</sup> siècle (Testut 1889)	929	9 1%	NS
Déficients mentaux français (Nicolas 1898 cité in Cady 1922)	115	6 5,2%	*
Criminels italiens début 20 <sup>e</sup> siècle (Zagni 1922, cité in Cady & Byron 1927)	350	21 6%	S
États-Uniens leucodermes vivants, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Terry 1921)	683	6 0,9%	NS
États-Uniens mélanodermes vivants, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Terry 1923)	1000	1 0,1%	*
États-Uniens leucodermes males emprisonnés, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Terry 1921)	3236	44 1,4%	NS
États-Uniens « éduqués », palpation (Pieper 1925)	790	4 0,5%	*
Déficients mentaux états-uniens, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Cady & Byron 1927)	2665	39 1,5%	NS
Militaires états-uniens (Parkinson 1954 cité in Case 2000)	500	2 0,4%	*
Nubiens de Semna, Soudan, 350 avant J.-C. À 500 après J.-C. (Case 2000)	328	5 1,5%	NS

tableau 94: comparaison de la prévalence d'individus présentant une apophyse supra-épitrochléenne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Échantillons	N	Apophyse supra- épitrochléenne		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total, humérus	1068	17	1,6%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	89	1	1,1%	*
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	6	0		*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	57	0	0%	*
Criminels italiens fin 19 <sup>e</sup> siècle (Ugolotti 1899, cité in Case 2000)	122	7	5,7%	*
Criminels italiens début 20 <sup>e</sup> siècle (Zagni 1922, cité in Cady & Byron 1927)	700	26	3,7%	S
États-Uniens blancs déficients mentaux, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Cady 1922)	2000	13	0,6%	S
États-Uniens leucodermes males emprisonnés, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Terry 1921)	6472	50	0,8%	S
États-Uniens leucodermes vivants, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Terry 1921)	1366	6	0,4%	S
Déficients mentaux états-uniens, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Cady & Byron 1927)	5330	44	0,8%	S
États-Uniens d'origine irlandaise, dissection (Hrdlička 1923)	722	7	1%	NS
États-Uniens d'origine allemande, dissection (Hrdlička 1923)	539	0	0%	S
États-Uniens d'origine italienne, dissection (Hrdlička 1923)	260	1	0,4%	*
États-Uniens de diverses origines, dissection (Hrdlička 1923)	570	7	1,2%	NS
États-Uniens « éduqués », palpation (Pieper 1925)	1580	4	0,3%	TS
<b>total des échantillons leucodermes (excluent Notre-Dame-du-Bourg, Ugolotti et Zagni)</b>	<b>18991</b>	<b>133</b>	<b>0,7%</b>	<b>S</b>
Nubiens (Semna, Soudan) 350 avant J.-C. À 500 après J.-C. (Case 2000)	557	6	1,1%	NS
États-Uniens mélanodermes vivants, début 20 <sup>e</sup> siècle, palpation (Terry 1923)	2000	2	0,1%	TS
Indiens de Madras (Rau & Sivasbrahmanian 1931)	200	0	0%	*
Asiatiques (Japonais, Chinois, Coréens) début 20 <sup>e</sup> siècle, dissection (Aguila 1925)	565	0	0%	S
Japonais (Arai, Suzuki <i>et al.</i> 1967)	388	1	0,3%	*
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	410	4	1%	NS
Inuits, dissection (Hrdlička 1923)	128	2	1,6%	*
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	163	0	0%	*
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	112	1	0,9%	*
Amérindiens, dissection (Hrdlička 1923)	3094	3	0,1%	TS
États-Uniens dont de nombreux amérindiens et mélanodermes (Newman 1969)	720	2	0,3%	S
Brésiliens de diverses origines (Penteado, Duarte <i>et al.</i> 1986)	318	2	0,6%	*
<b>Total des échantillons non leucodermes</b>	<b>8655</b>	<b>23</b>	<b>0,3%</b>	<b>TS</b>

tableau 95: comparaison de la prévalence d'humérus présentant une apophyse supra-épitrochléenne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.



La répartition de l'apophyse supra-épitrochléenne est homogène entre les côtés, les âges et les sexes à Notre-Dame-du-Bourg comme dans les autres études (Testut 1889 ; Hrdlička 1923 ; Finnegan 1978 ; Saunders 1978).

La prévalence de l'apophyse à Notre-Dame-du-Bourg est discrètement supérieure aux autres échantillons d'origine européenne. La différence est significative ( $p=0,001$ ) en excluant les deux études douteuses d'Ugolotti et Zagni. La différence de prévalence est très significativement différente de celle des échantillons asiatiques et afro-américains ( $p=1,7.10^{-10}$ ).

La période « 4 » possède un taux particulièrement important d'apophyses. L'analyse du taux de présence de l'apophyse supra-épitrochléenne pose le problème d'un signe rare et congénital. Dans un échantillon, même important, l'intégration de quelques membres d'une même famille présentant le signe va faire augmenter la prévalence au-delà de sa réelle valeur dans la population génétique concernée. Les prévalences retrouvées par Gruber (2,7% cité in Testut 1889) et par Struthers (2% cité in Testut 1889) sont peut-être expliquables par ce phénomène (Terry 1926). La présence de l'apophyse chez des individus inhumés ensemble suggère un lien familial entre eux (Molto 2001). Il faut peut-être interpréter en ce sens le « foyer » d'apophyses supra-épitrochléennes observables dans la période « 4 » de Notre-Dame-du-Bourg.

La question de la répartition de l'apophyse supra-épitrochléenne dans la population mondiale n'est pas clairement élucidée. Peu d'études de population sont disponibles depuis les travaux américains des années 1920. La prévalence dans les populations d'origine européenne est assez bien établie autour de 1% des individus. Dans les populations d'origine africaine, des différences existent entre les mélanodermes états-uniens (descendants d'esclaves issus de la côte ouest-africaine) où le taux d'apophyse supra-épitrochléenne est quasi-nul, et deux échantillons d'Afrique de l'Est dont les taux sont comparables à ceux des Européens (Case 2000) ou du moins supérieurs à zéro (Molto 2001). D'autres échantillons sur diverses régions africaines pourraient indiquer si la différence de répartition est dépendante de l'origine géographique. Pour les populations d'origine asiatique aussi, les taux d'apophyse supra-épitrochléenne sont variables. En rassemblant les populations d'Asie avec les Inuits et les Amérindiens, les taux de présence d'apophyse supra-épitrochléenne sont presque nuls pour des échantillons d'Indiens, d'Extrêmes-Orientaux et d'Amérindiens (Hrdlička 1923 ; Aguila 1925 ; Rau & Sivasbrahmanian 1931 ; Arai, Suzuki *et al.* 1967 ; Saunders 1978) alors que des taux supérieurs et comparables aux Européens sont observés chez les Inuits (Hrdlička 1923 ; Saunders 1978).

Les caractères épidémiologiques généraux de l'apophyse supra-épitrochléenne rendent son origine héréditaire quasi-certaine. Sa présence détectable dès l'âge foetal rend ce signe osseux particulièrement intéressant. Sa rareté rend toutefois malaisée les interprétations sur sa prévalence. Un foyer localisé peut évoquer une transmission familiale.

### 5- perforation humérale et translucidité du septum huméral

- **perforation humérale (= perforation olécranienne = foramen supra-trochléaire = trou intercondylien = *perforate humeri* = *septal aperture of the humerus*)**

Les fosses olécraniennes et coronoïdes de l'humérus sont habituellement séparées par une mince lame d'os cortical. Il arrive qu'une ouverture existe dans ce septum osseux réalisant sur os sec une communication entre les deux fosses. Chez le vivant, cette communication n'existe pas, une lame de tissu fibreux remplace la zone osseuse manquante. Depuis Hrdlička (1932) les anglo-saxons utilisent le terme neutre de *septal aperture of the humerus* qui est sans doute meilleur que les termes de « perforation » (évoquant une action mécanique) ou « foramen » (plutôt utilisé pour décrire des orifices laissant passer des éléments anatomiques). Sauf cas iatrogène exceptionnel (Roaf 1957), rien ne passe au travers de cette ouverture. En français pourtant, l'usage a largement consacré le terme de perforation humérale ou olécranienne, que nous utiliserons donc.

L'ouverture est en général de forme ovale, de grand axe transversal suivant la forme générale du septum. La taille va d'une ouverture punctiforme de 1mm à de grandes tailles jusqu'à 12mm de grand axe (photographies 26 et 27). Plus rarement peuvent se rencontrer deux voire plusieurs ouvertures (en général punctiformes dans ces cas). Il a été décrit jusqu'à 5 petits trous dans un humérus immature (Barbosa-Sueiro 1931).

L'observation d'une ouverture fait le diagnostic. La variabilité intra-observateur est très faible, 0% dans notre étude, Saunders (1978) l'estime à 1%. La seule difficulté est d'éliminer les perforations taphonomiques post-mortem qui peuvent survenir sur cette zone fragile. La perforation humérale naturelle possède des bords mous. En cas de doute, un simple examen à la loupe assure le diagnostic. Les rares cas douteux ont été éliminés.

La perforation humérale a été décrite chez d'autres espèces animales, toutes appartenant à l'ordre des mammifères (Lamb 1890 ; Hrdlička 1932). Les hominés fossiles peuvent aussi présenter l'anomalie : chez *Australopithecus afarensis* (les humérus gauches de AL333-29 et AL 288-1), et chez six humérus de Néandertaliens : La Ferrassie I (droit et gauche), Ferrassie II (droit), Shanidar 6 (gauche), Kebara (droit et gauche).

Depuis ses premières descriptions (Meckel en 1815 cité in Hrdlička 1932, Cruveilhier 1832) cette variante anatomique a beaucoup intéressé les anatomistes et anthropologues. La littérature est abondante depuis le milieu du 19<sup>e</sup> siècle mais la signification, la formation et l'étiologie de la perforation humérale restent encore largement méconnues. L'étude anthropologique de la nécropole Notre-Dame-du-Bourg a été l'occasion de confronter les hypothèses épidémiologique et étiologique avec l'étude d'un échantillon numériquement important.

La formation de la perforation humérale a surtout été étudiée par Hrdlička (1932). Le septum est situé au-dessus de l'épiphyse inférieure de l'humérus, il est donc parfaitement observable chez l'enfant. Chez le fœtus, le nouveau-né et le jeune enfant, le septum est encore immature et constitué d'os spongieux d'une épaisseur d'environ 4mm. Il n'a jamais été observé de perforation humérale à ces âges. Au cours de la croissance, l'os spongieux se différencie en os cortical avec une rigidification et un amincissement du septum. Les premières ouvertures (d'abord punctiformes) apparaissent vers l'âge de 3 ans par une résorption osseuse puis s'agrandissent durant l'enfance et peut-être l'adolescence. Pour Hrdlička (1932) cet amincissement du septum est dû à un phénomène vasculaire ou ostéoclastique, il observe que la résorption s'effectue depuis la fosse coronoïde mais non olécraniennne. Une fois l'ouverture osseuse formée, elle est remplacée par une membrane sans trace d'os ni de cartilage.

		N	Perforations humérales	Chi <sup>2</sup>
Total		801	75 (9,4%)	
Côté	Droit	401	27 (6,7%)	S
	Gauche	400	48 (12,0%)	
Sexe	Hommes	341	21 (6,2%)	TS
	Femmes	265	43 (16,2%)	
Âge	Plus de 50 ans	181	14 (7,7%)	NS
	Moins de 50 ans	326	39 (11,10%)	
	Plus de 30 ans	340	27 (7,9%)	S
	Moins de 30 ans	103	19 (18,4%)	
	15 à 25 ans	32	9 (28,1%)	*
	Plus de 25 ans	769	66 (8,6%)	
Période	3A	278	37 (13,3%)	S
	4	384	30 (7,8%)	
Période et sexe	Hommes 3A	135	7 (5,2%)	NS
	Hommes 4	145	10 (6,9%)	
	Femmes 3A	91	24 (26,4%)	S
	Femmes 4	142	16 (11,3%)	
	Hommes 3A	135	7 (5,2%)	TS
	Femmes 3A	91	24 (26,4%)	
	Hommes 4	145	10 (6,9%)	NS
	Femmes 4	142	16 (11,3%)	

tableau 96 : prévalence et épidémiologie de la perforation septale de l'humérus à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Le tableau 97 rassemble les observations provenant de 109 échantillons de populations issues ou citées par plusieurs études (Pruner-Bey 1863 ; Broca & Bataillard 1865 ; Pruner-Bey 1867a ; 1867b ; Verneau 1878 ; Flower 1880 ; Lamb 1890 ; Macalister 1900 ; Anthony & Rivet 1908 ; Poirier 1911 ; Manouvrier 1921 ; Vallois 1925 ; Barbosa-Sueiro 1931 ; Hrdlička 1932 ; Akabori 1934 ; Trotter 1934 ; Ming-Tzu 1935 ; Olivier 1951 ; Lisowski, Asthon *et al.* 1957 ; Glanville 1967 ; Saunders 1978 ; Mafart 1984 ; Crubézy 1988 ; Brasili Gualandi & Calanchi 1989 ; Baron 2003). Pour plus de clarté, nous les rassemblerons en grands ensembles géographico-historiques.

Échantillons	Nombre d'études	N	Perforations humérales		Khi <sup>2</sup> avec période « 4 »	Khi <sup>2</sup> avec période « 3A »
Notre-Dame-du-Bourg période « 3A »	1	278	37	13,3%	S	
Notre-Dame-du-Bourg période « 4 »	1	384	30	7,8%		S
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	1	99	21	21,2%	NS	TS
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	1	6	0		*	*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	1	55	5	9,1%	NS	*
Européens préhistoriques	19	2540	604	23,8%	TS	TS
Européens historiques du 1er au 18e siècle	16	1997	196	9,8%	NS	NS
Européens et États-Uniens leucodermes des 19e et 20e siècles	10	4558	291	6,4%	NS	TS
Africains anciens	7	1832	932	50,9%	TS	TS
Africains modernes	1	97	21	21,6%	TS	NS
Afro-américains modernes	3	1000	141	14,1%	S	NS
Asiatiques anciens	2	164	43	26,2%	TS	TS
Asiatiques d'Extrême-Orient modernes	8	1544	208	13,5%	S	NS
Inuits	9	1586	331	20,9%	TS	S
Amérindiens précolombiens	21	4822	1545	32,0%	TS	TS
Amérindiens modernes	1	96	6	6,3%	NS	NS
Océan indien	3	444	95	21,4%	TS	S
Polynésiens	2	56	13	23,2%	TS	NS
Mélanésiens	3	94	9	9,6%	NS	NS
Aborigènes australiens	2	142	28	19,7%	TS	NS
<b>total</b>	<b>112</b>	<b>21794</b>	<b>4556</b>	<b>20,9%</b>		

tableau 98: comparaison de la prévalence de perforation humérale entre Notre-Dame-du-Bourg et 106 autres échantillons regroupés en grands ensembles historico-géographiques.

NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

### Épidémiologie de la perforation humérale :

Selon les échantillons

D'importantes différences s'observent suivant les différents échantillons étudiés (tableau 99). Les populations préhistoriques ont souvent des taux records de perforation humérale, entre 20% et 50%. Dans tous les cas où une comparaison est possible entre des populations anciennes et leurs successeurs, ces derniers ont moins de perforation humérale que les premiers.

Les deux périodes de Notre-Dame-du-Bourg suivent cette tendance à la diminution historique du taux de perforation humérale. La diminution est en particulier significative dans le groupe des femmes et des moins de 30 ans.

Le groupe des individus modernes d'origine européenne (comprenant les États-Uniens leucodermes) se distingue par leur taux très faible de perforation humérale, habituellement inférieur à 10% depuis l'ère moderne. Le reste de la population mondiale présente des taux plutôt proches de 20%.

Échantillons		N	% de perforation à droite	% de perforation à gauche	Stat sur différence D/G
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total		801	6,7%	12%	S
Européens préhistoriques	Néolithiques Zambujal, Melides, Portugal (Barbosa-Sueiro 1931)	63	29,6%	41,7%	NS
Européens historiques du 1er au 18e siècle	Anciens Bajuvari et Alemans du 5 <sup>e</sup> au 7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Lehmann-Nitsche 1894 cité in Hrdlička 1932)	133	16,4%	21,2%	NS
	Médiévaux de Norvège (Slomann 1926 cité in Hrdlička 1932)	626	8,8%	9,5%	NS
	Néerlandais médiévaux divers sites (Glanville 1967)	298	5,3%	6,8%	NS
Européens contemporains du 19e au 20e siècle (et États-Uniens leucodermes)	Soldats leucodermes États-Uniens du 19 <sup>e</sup> siècle (Lamb 1890)	298	3,8%	11,6%	S
	Sardaigne (Frassetto 1902 cité in Hrdlička 1932)	500	10,0%	8,8%	NS
	Italiens de Novara (Frassetto 1902 cité in Hrdlička 1932)	130	7,6%	9,2%	NS
	États-Uniens d'origine européenne (Hrdlička 1932)	2365	3,0%	5,5%	S
	États-Uniens d'origine européenne (Hrdlička 1932)	3348	4,8%	6,9%	S
Afro-américains modernes	États-Uniens leucodermes du début du 20e siècle (Trotter 1934)	960	2,9%	5,6%	S
	Mélanodermes États-Uniens du 19 <sup>e</sup> siècle (Lamb 1890)	20	18,2%	44,4%	*
	États-Uniens mélanodermes, début 20e siècle (Trotter 1934)	784	9,7%	15,6%	S
Africains anciens	États-Uniens mélanodermes (Hrdlička 1932)	196	19,4%	17,3%	NS
	Anciens Égyptiens (Macalister 1900)	720	48,5%	61,9%	TS
	Africains Dogons médiévaux, Tellem, Mali (Glanville 1967)	170	36%	58%	S
Asiatiques anciens	Anciens égyptiens (Hrdlička 1932)	573	39,7%	51,5%	S
	Néolithiques de Tukumo, Japon (Hirai cité in Akabori 1934)	80	16,7%	15,9%	NS
Asiatiques d'Extrême-Orient modernes	Japonais de Kyoto (Akabori 1934)	436	17,4%	18,8%	NS
	Ainus de Saghalein (Seki cité in Akabori 1934)	56	25,9%	41,4%	NS
	Coréens (Sibata-Takahasi cité in Akabori 1934)	253	4,8%	10,2%	NS
	Chinois du début du 20e siècle (Ming-Tzu 1935)	264	8,3%	10,6%	NS
	Javanais, début du 20e siècle (Glanville 1967)	387	11,5%	22,5%	S
Amérindiens	Chinois hommes du début du 20e siècle (Glanville 1967)	107	9,6%	14,60%	NS
	Inuits (Hrdlička 1932)	1157	15,0%	24,3%	TS
	Indiens Arizona de Salado (Lamb 1890)	89	44,2%	63,0%	NS
	Amérindiens de Cibola, Nouveau-Mexique (Lamb 1890)	61	6,7%	32,3%	S
	Divers amérindiens (Lamb 1890)	62	20,0%	37,0%	NS
	Précolombiens de Paltacalo, Equateur (Anthony & Rivet 1908)	81	38,5%	50,0%	NS
<b>TOTAL</b>	Amérindiens (Hrdlička 1932)	3085	24,8%	34,3%	TS
		<b>18103</b>	<b>15%</b>	<b>24,3%</b>	<b>TS</b>

tableau 100: comparaison de la prévalence de latéralité de la perforation humérale entre

Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. Le test statistique utilisé est le  $\chi^2$ , NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Selon le côté

La perforation humérale est statistiquement plus fréquente à gauche à Notre-Dame-du-Bourg. Cette prédominance gauche a été remarquée dans la plupart des études depuis longtemps (Lamb 1890, Anthony & Rivet 1908). Le tableau 100 permet la comparaison de 29 échantillons différents. La prédominance du côté gauche est quasi-systématique. Seuls trois échantillons ont plus de perforations à droite qu'à gauche mais pour une différence minimale, jamais significative. La prédominance gauche est donc une donnée générale mais avec des différences selon les échantillons. La faible prévalence dans les échantillons européens rend la différence selon le côté souvent non-significative. Les échantillons possédant le plus grand taux de prévalence présentent aussi la latéralisation la plus significative (Africains et Amérindiens).

Selon le sexe :

Les femmes enterrées à Notre-Dame-du-Bourg ont plus de perforations humérales que les hommes. Cette différence est significative pour la période « 3A » mais pas pour la période « 4 ». La prépondérance féminine de la perforation humérale est aussi connue depuis longtemps. Le tableau 101 rassemble 35 échantillons différents. Un seul de ces échantillons montre un taux supérieur chez les hommes (Aïnous de Saghalein, Seki cité in Akabori 1934) mais cette différence n'est pas significative dans cet échantillon de faible taille. Les femmes ont globalement un taux de perforation humérale trois fois plus important que les hommes. La différence sexuelle est encore plus marquée que la différence de côté. Les tests statistiques sont souvent très significatifs ( $p < 0,001$ ).

La différence sexuelle est tellement importante qu'elle justifie un mode de calcul particulier pour estimer le taux réel de la perforation humérale dans une population. En effet, les squelettes féminins sont souvent moins nombreux que les masculins car ils sont souvent moins bien conservés (robustesse constitutionnelle, ostéoporose). Un déséquilibre de même sens s'observe dans les études universitaires sur cadavres (plus d'hommes chez les indigents ayant servi de sujets d'étude). Il peut s'ensuivre une sous-estimation du taux global de perforation humérale par sous-représentation féminine. Afin de rétablir l'équilibre des deux sexes dans la population générale, il est couramment proposé (depuis Hrdlička 1932) d'utiliser le calcul  $(\%♂ + \%♀)/2$  pour estimer le taux global dans un échantillon (à condition que le nombre de femmes soit assez important pour obtenir une valeur significative). Ce calcul est fourni dans la dernière colonne du tableau 101.

Dans les différents calculs épidémiologiques, il est donc important de prendre en compte les deux sexes séparément.

Échantillons		N	% ♂	% ♀	Stat ♂-♀	(♂+♀) 2
	Notre-Dame-du-Bourg, période « 3A »	226	5,2%	26,4%	TS	15,8%
	Notre-Dame-du-Bourg, période « 4 »	287	6,9%	11,3%	NS	9,1%
Européens historiques du 1er au 18e siècle	Ostrow Lednicki 10 <sup>e</sup> -12 <sup>e</sup> siècle (Godycki 1957)		7%	26%		16,5%
	Médiévaux du 7e siècle après J.-C., Collecchio, Parme, Italie (Brasili Gualandi & Calanchi 1989)	52	2,9%	5,6%	*	4,2%
	Médiévaux, Montjuich, Espagne (Prévost, cité in Mafart 1980)	96	14,7%	60,7%	TS	37,7%
	Saint-Just, Lyon 4e-6e siècle après J.-C. (Bernard cité in Mafart 1980)	52	7,1%	8,3%	*	7,7%
	Mérovingiens de Blussangeaux, Doubs (Méry cité in Mafart 1980)	91	4%	14,6%	*	9,3%
	Burgondes, Suisse et France (Sauter cité in Mafart 1980)	33	0%	42%	*	21,0%
	Francs du 5e-6e siècle Ennery (Heurtz cité in Mafart 1980)	22			*	
	Néerlandais médiévaux divers sites (Glanville 1967)	298	4,7%	7,3%	NS	6,0%
Européens du 19e au 20e siècle (et États-Uniens leuco- dermes)	Suédois modernes (Hultkrantz cité in Hrdlička 1932)	204	4,7%	14,8%	*	9,7%
	États-Uniens d'origine européenne (Hrdlička 1932)	1219	3,1%	10,6%	TS	6,9%
	Irlandais début du 20 <sup>e</sup> siècle (Hrdlička 1932)	727	1,6%	7,4%	TS	4,5%
	Italiens début du 20 <sup>e</sup> siècle (Hrdlička 1932)	312	5,1%	13,8%	*	9,4%
	Allemands début du 20 <sup>e</sup> siècle (Hrdlička 1932)	536	7,5%	10,2%	NS	8,8%
	États-Uniens leucodermes 20e siècle (Trotter 1934)	960	3,9%	6,7%	*	5,3%
Africains	Anciens Égyptiens (Macalister 1900)	573	33%	57%	TS	45,0%
Afro- américains	États-Uniens mélanodermes 20e siècle (Trotter 1934)	784	8,6%	24,4%	TS	16,5%
	États-Uniens mélanodermes (Hrdlička 1932)	196	13,1%	28,8%	S	20,9%
Asiatiques d'Extrême- Orient anciens et modernes	Néolithiques japonais (Hirai cité in Akabori 1934)	80	0%	30,2%	TS	15,1%
	Japonais, Kanasawa (Saito cité in Akabori 1934)	130	2,5%	28%	TS	15,3%
	Japonais de Kyoto (Akabori 1934)	436	12,7%	30,1%	TS	21,4%
	Aïnous de Saghalein (Seki cité in Akabori 1934)	65	36,1%	20,7%	NS	28,4%
	Coréens (Sibata-Takahasi cité in Akabori 1934)	253	6,9%	15%	*	10,9%
	Japonais (Koganei 1893 cité in Hrdlička 1932)	146	6,1%	21,9%	S	14,0%
	Aïnous du Japon (Koganei 1893 cité in Akabori 1934)	126	2,8%	14,8%	*	8,8%
	Chinois du début du 20e siècle (Ming-Tzu 1935)	264	7,9%	27,3%	*	17,6%
	Javanais, début du 20e siècle (Glanville 1967)	387	11,7%	32,3%	TS	22,0%
Inuits	Inuits (Hrdlička 1932)	1157	9,5%	30,1%	TS	19,8%
	Inuits des îles Aléoutiennes (Saunders 1978)	432	16,3%	37%	TS	26,6%
Amérindiens	Précolombiens d'Équateur (Anthony & Rivet 1908)	81	38,5%	50%	NS	44,2%
	Amérindiens Pecos (Hooton 1930 cité in Hrdlička 1932)	507	12,2%	27,9%	TS	20,1%
	Amérindiens de l'est des États-Unis (Hrdlička 1932)	355	28,1%	52,8%	TS	40,4%
	Amérindiens d'Arkansas et Louisiane (Hrdlička 1932)	316	28,3%	52,2%	TS	40,3%
	Amérindiens du Mexique (Hrdlička 1932)	173	22,9%	54,4%	TS	38,7%
	Amérindiens du Pérou (Hrdlička 1932)	1293	13,4%	37,3%	TS	25,4%
	Amérindiens des Pueblos, Arizona et Utah (Hrdlička 1932)	881	18,2%	40,6%	TS	29,4%
	Amérindiens, Mobridge, 18 <sup>e</sup> siècle (Saunders 1978)	113	26,2%	56,3%	S	41,2%
	Amérindiens, Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle (Saunders 1978)	163	37,3%	55%	S	46,2%
autre	Indigènes des îles Adamans (Flower 1880)	33	31,3%	64,7%	NS	48,0%
<b>Total</b>		<b>13765</b>	<b>10,7%</b>	<b>30,2%</b>	<b>TS</b>	<b>20,4%</b>

tableau 101: comparaison de la prévalence de perforation humérale selon les sexes entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. Le test statistique ( $\chi^2$ ) étudie ici si la différence entre les sexes est significative ou non : NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.



### Selon l'âge

Avec l'avancée en âge, une tendance à la baisse de fréquence de la perforation humérale s'observe à Notre-Dame-du-Bourg. Les taux sont significativement différents entre les individus de plus et moins de 30 ans. Cette tendance a déjà été remarquée (Akabori 1934 ; Trotter 1934 ; Saunders 1978).

La perforation humérale se créant après la petite enfance, les ouvertures sont rares chez l'enfant. Les taux augmentent au cours de l'adolescence et chez les jeunes adultes. Les perforations humérales sont plus rares ensuite chez les individus morts plus âgés.

La possibilité de fermeture de la perforation humérale au cours de l'existence est donc probable. Slomann l'observe chez un gorille (cité in Hrdlička 1932). Il pourrait s'agir de production osseuse sénile calcifiant secondairement la zone du septum (photographie 28). Une autre hypothèse est que les humérus sans perforation appartiennent à des individus aux os plus robustes qui auraient une longévité supérieure.

### Selon la robustesse

Un lien négatif entre la robustesse de l'os et la présence de perforation humérale a été remarqué dès Anthony & Rivet (1908). Plusieurs méthodes ont été appliquées dont le poids des os, l'indice de robustesse, le diamètre minimum ou l'étroitesse du canal médullaire (Anthony & Rivet 1908 ; Manouvrier 1921 ; Trotter 1934 ; Benfer & McKern 1966 ; Akpınar, Aydinliglu *et al.* 2003). Toutes confirment que les os les moins robustes apparaissent plus atteints par la perforation humérale, indépendamment du sexe ou du côté. Le tableau 102 montre que les humérus de Notre-Dame-du-Bourg ne suivent pas cette tendance.

	Hommes		Femmes	
	Sans perforation	Avec perforation	Sans perforation	Avec perforation
N	242	15	168	32
Moyenne	19,61	19,04	18,91	18,08
Écart-type	1,21	1,29	1,37	0,85
Test statistique (Student)	NS	(p=0,077)	*	

tableau 102 : comparaison des indices de robustesse entre les humérus perforés et les autres à Notre-Dame-du-Bourg suivant les sexes. Le test utilisé est le Student-Fisher. Le test F d'égalité des variances a été réalisé au préalable. \* indique la non égalité des variances (test inapplicable). NS : différence non significative

Il a été peu remarqué que ce lien est relatif (concernant les individus les moins robustes dans une population) et non absolu (entre des populations différentes). Le tableau 103 rassemble quelques échantillons dont sont connues à la fois le taux de perforation et l'indice de robustesse des humérus (=périmètre minimum×100/longueur maximale). Il apparaît nettement que dans ces différents échantillons, les perforations humérales ne sont pas liées à un moindre indice de robustesse. À Notre-Dame-du-Bourg par exemple, les humérus sont en moyenne plus robustes dans la période « 3A » que dans la période « 4 » (chez les deux sexes) alors qu'il y a significativement plus de perforation dans la période « 3A ».

	Hommes		Femmes		Taux perforation	Tous sexes	
	N	Robustesse	N	Robustesse		N	Robustesse
Notre-Dame-du-Bourg période « 3A »	93	19,6	76	18,8	15,8%	169	19,3
Notre-Dame-du-Bourg période « 4 »	103	19,4	105	18,8	9,1%	208	19,1
Saint-Just, Lyon 4e-6e siècle après J.-C. (Bernard cité in Mafart 1980)	27	21,6	23	19,9	7,7%	50	20,8
Francs du 5e-6e siècle Ennery (Heuertz 1957)	19	20,7	3	21,7	16,7%	22	20,8
Mérovingiens de Blussangeaux, Doubs (Méry cité in Mafart 1980)	27	20,9	33	19,8	9,3%	60	20,3
Mérovingiens de Baye (Vallois 1925)	3	20,8	3	20,7	<u>41,7%</u>	6	20,7
Burgondes 5e-8e siècle après J.-C. Suisse et France (Sauter cité in Mafart 1980)	18	19,4	7	19,7	21%	25	19,5
Médiévaux de Montjuich, Espagne (Prévost, cité in Mafart 1980)	25	20	12	18,67	37,7%	37	19,6
Néerlandais médiévaux divers sites (Glanville 1967)	149	20,6	150	19,7	6%	299	20,2
Dogons médiévaux de Tellem, Mali (Glanville 1967)					<u>47,1%</u>	169	18,3
Précolombiens de Paltacalo, Equateur (Anthony & Rivet 1908)	32	19,8	29	18,9	44,2%	61	19,4

tableau 103: comparaison de la prévalence de perforation humérale et des indices de robustesse entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. (les taux de perforation sont calculés par  $(\delta+\varphi)/2$ , sauf ceux soulignés)

## Signification et étiologie de la perforation humérale

Après un siècle et demi de recherche sur le sujet, l'incertitude demeure toujours sur l'étiologie de la perforation humérale. Plusieurs théories ont été avancées considérant que la perforation humérale pouvait être d'origine mécanique, ou héréditaire (génétique, épigénétique ou « atavique »).

### 1- théorie mécanique

Évoquée depuis 1890 (Lamb), elle explique la présence de la perforation humérale par l'action de l'olécrâne qui viendrait buter sur le septum et provoquer à terme une véritable perforation de l'os. Cette théorie explique ainsi la prédominance féminine par l'hyperflexion des coudes féminins et leur plus faible résistance. Les humérus gauches, moins robustes, seraient ainsi plus exposés aux perforations. Benfer (1968) et Glanville (1967) ont tenté de corrélérer la présence de perforation à la protrusion du processus coronoïde de l'ulna. Mais ils n'ont pas réussi à isoler cette donnée de la robustesse de l'os.

La théorie mécanique, un peu simpliste, se heurte à plusieurs objections. Santos Gutierrez (1964) montre que l'olécrâne ne vient jamais buter sur l'os, la limitation à l'extension du coude se faisant par tension ligamentaire. Elle n'explique pas le mode de formation de la perforation humérale qui apparaîtrait d'abord par des perforations punctiformes pour ensuite s'agrandir par résorption osseuse (selon Hrdlička 1932). La théorie mécanique ne peut non plus expliquer l'importance des taux chez les jeunes gens, ni sa fréquence chez les autres mammifères n'ayant pas le même mode d'extension du coude. Surtout, elle ne peut expliquer les différences de taux entre les groupes géographico-historiques.

### 2- théorie génétique

Elle possède deux variantes :

- **atavisme** qui considère que la perforation humérale est un atavisme présent chez les animaux et les anciens humains et qu'elle tend à disparaître avec l'évolution. Cette théorie défendue de Darwin (1871, traduction de 1891) à Hrdlička (1932) n'est plus guère crédible à cause de son caractère raciste et sexiste (archaïsme et infériorité explicite des races autres qu'européennes et des femmes). Remarquons que sa répartition épidémiologique est peut-être ce qui explique l'intérêt de la perforation humérale chez les premiers anthropologues : elle atteint les groupes

« inférieurs » (femmes et non leucodermes) et épargne miraculeusement l'homme blanc, « fleuron de la civilisation » !

- **épigénétique** : considérant la perforation humérale comme un signe purement aléatoire et sans implication phylogénétique qui atteindrait plus les femmes et le côté gauche pour une raison génétique inconnue mais innée. Saunders (1978) ainsi considère comme mal établie la relation entre robustesse et perforation humérale.

Olivier (1951) propose une mixité des étiologies rassemblant ces deux théories.

Citons aussi l'étude de Morton (1945) qui signale quelques rares cas d'ostéochondrite disséquante du septum huméral, mais qui ne saurait expliquer la fréquence de l'anomalie.

De toutes ces théories, aucune certitude étiologique n'émerge. Aucune ne peut s'affranchir de contradictions biologiques ou épidémiologiques.

En guise de synthèse, il est possible de rassembler certains éléments épidémiologiques bien établis :

- prédominance féminine
- prédominance gauche
- différence diachronique avec une forte fréquence dans les populations anciennes et une réduction aux époques historiques et modernes, surtout chez les Européens
- corrélation (réelle mais faible) au sein d'une même population entre les humérus perforés et une faible robustesse
- la perforation n'existe pas chez le fœtus ou à la naissance, elle se forme dans l'enfance par résorption osseuse
- la fréquence décroît avec l'âge

Si la perforation se forme durant la croissance et concerne plutôt les individus les moins robustes, il pourrait être proposé que la résorption osseuse du septum soit d'autant plus importante que l'enfant est en carence alimentaire. La différence sexuelle pourrait venir de la différence de minéralisation entre les garçons et les filles. La faible fréquence à droite par l'hyperactivité relative de ce côté provoque une ossification plus importante. La différence selon les groupes géographico-historiques pourrait venir des carences alimentaires de l'enfance (hypothétiquement plus importantes dans la préhistoire que les temps modernes) et d'éventuels facteurs génétiques. Barbosa Sueiro (1931) proposait déjà que les individus avec

l'humérus perforé soient des individus « faibles », à la minéralisation déficitaire.

L'important taux chez les individus morts jeunes reflèterait leur relative « faiblesse ».

Cette hypothèse pourrait être testée en étudiant la corrélation entre les perforations et des facteurs de stress de la croissance osseuse comme les lignes de Harris.

### o translucidité du septum huméral

La lame osseuse du septum huméral peut avoir jusqu'à 5 mm d'épaisseur (Glanville 1967). Quand elle est suffisamment mince, la lumière peut la traverser (Manouvrier 1921 ; Mafart 1980). Nous avons relevé la translucidité du septum des humérus de Notre-Dame-du-Bourg. Elle est définie expérimentalement par l'observation d'une lumière visible à travers le septum d'un humérus placé entre l'œil et la lumière du jour (photographie 29). Seules les translucidités évidentes sont relevées, les cas douteux ou difficiles à voir sont considérés comme opaques. Ce diagnostic très simple pourrait être entaché de mauvaise reproductibilité (problème de luminosités différentes), en fait sa variabilité intra-observateur est très faible à 3,3% d'erreur (2/59). Quelques auteurs ont remarqué cette particularité dans leur étude sur la perforation (Manouvrier 1921 ; Mafart 1980), d'autres ont mesuré l'épaisseur du septum d'épaisseur (Glanville 1967 ; Riesenfeld & Simon 1975). Manouvrier (1921), Glanville (1967) et Riesenfeld (1975) ont retenu un lien fort entre la minceur du septum et la perforation humérale.

		N	Translucidité	Khi <sup>2</sup>
Total		801	308 (38,5%)	
Côté	Droit	401	160 (39,9%)	NS
	Gauche	400	148 (37,0%)	
Sexe	Hommes	341	113 (33,1%)	S
	Femmes	265	120 (45,3%)	
Âge	Plus de 50 ans	181	68 (37,6%)	NS
	Moins de 50 ans	326	121 (37,1%)	
	Plus de 30 ans	340	139 (40,9%)	NS
	Moins de 30 ans	103	39 (37,9%)	
Période	15 à 25 ans	32	12 (37,5%)	NS
	Plus de 25 ans	769	296 (38,5%)	
Période et sexe	3A	278	28 (10,1%)	TS
	4	384	243 (63,3%)	
	Hommes 3A	135	9 (6,7%)	NS
	Femmes 3A	91	13 (14,3%)	
Femme et âge	Hommes 4	145	93 (64,1%)	NS
	Femmes 4	142	96 (67,6%)	
Femme et âge	Femmes de moins de 50 ans	148	63 (42,6%)	NS
	Femmes de plus de 50 ans	46	23 (50%)	

tableau 104 : prévalence et épidémiologie de la translucidité de l'humérus à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ).

Échantillons	N	Tranlucidité		Khi <sup>2</sup> avec période « 4 »	Khi <sup>2</sup> avec période « 3A »
Notre-Dame-du-Bourg période « 3A »	278	28	10,1%	TS	
Notre-Dame-du-Bourg période « 4 »	384	243	63,3%		TS
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	99	30	30,3%	TS	TS
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	6	1		*	*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	55	14	25,5%	TS	S

tableau 105: comparaison de la prévalence de la translucidité humérale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Les taux de translucidité à Notre-Dame-du-Bourg montrent une épidémiologie très différente de celle de la perforation humérale. Il n'est pas observé de différence entre les côtés, ni entre les âges. Les femmes sont un peu plus atteintes (minéralisation moins dense que chez les hommes ?), mais il n'y a pas de différence significative avec l'avancée en âge (liée par exemple à l'apparition d'une ostéoporose). La différence la plus marquante est diachronique : les individus de la période « 4 » montrent 6 fois plus de translucidité de l'humérus que ceux de la période « 3A ». Cette différence est extrêmement significative, la plus importante retrouvée selon les différents critères étudiés dans cette étude (test au khi<sup>2</sup> :  $p=5,7.10^{-43}$ ). Remarquons que la variation diachronique de la translucidité est inverse de celle de la perforation.

Les 3 autres échantillons provençaux ont des taux de perforations intermédiaires entre ceux de Notre-Dame-du-Bourg.

Il n'y a pas de continuité entre les formes translucides et perforées. Les associations perforation+translucidité sont très rares (2,2% sur 801 humérus). Cette « incompatibilité » est confirmée à l'examen à la loupe binoculaire : les humérus perforés présentent en général autour de l'ouverture un os compact et dense, presque jamais faible ou translucide.

N'ayant pas la même épidémiologie, n'étant presque jamais associées, translucidité et perforation humérale apparaissent donc comme deux phénomènes distincts. La translucidité du septum n'est donc pas un stade moins avancé de la perforation humérale.

En l'absence d'étude étiologique spécifique, l'origine de la translucidité reste hypothétique. L'extrême différence diachronique surtout mériterait une explication. L'augmentation conjointe de la prévalence dans les deux sexes semble exclure l'effet exclusif d'un changement d'activité.

Pour mieux en comprendre l'étiologie, plusieurs corrélations pourraient être testées : avec des marqueurs isotopiques de l'alimentation dans l'hypothèse d'une étiologie diététique, avec la fréquence des cas de rachitisme dans l'hypothèse d'un trouble de minéralisation liée au métabolisme de la vitamine D (diététique voire climatique si l'ensoleillement est très déficitaire).

La translucidité de l'humérus est en tout cas un signe aisément observable qui mériterait d'être généralisé à d'autres populations afin de mieux cerner son épidémiologie.

## 6- Tunnel osseux supra-épitrochléen

Un fin tunnel osseux est parfois observé sur le bord interne de l'humérus, 2 à 3 cm au dessus de l'épitrochlée. À cet endroit passent les artères récurrentes ulnaires antérieures et postérieures, deux branches de l'artère collatérale ulnaire inférieure. Le tunnel osseux sert donc probablement de passage à ces vaisseaux, peut-être accompagnés d'un rameau du nerf ulnaire. Le tunnel peut être soit complet formant une arcade, soit incomplet avec une encoche osseuse dans le bord interne et deux fines apophyses osseuses le recouvrant (photographies 30 et 31). Ce caractère n'a rien à voir avec l'apophyse supra-épitrochléenne, située plus haut et de taille plus importante.

Ce signe étant rarement décrit, nous avons cherché à le dénombrer et observer son épidémiologie à Notre-Dame-du-Bourg.

		N	Complet			Partiel			Complet + partiel		
			+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>
Total		808	14 (1,7%)		24 (2,10%)		38 (4,7%)				
Côté	Droit	405	9 (2,2%)	NS	14 (3,5%)	NS	23 (5,7%)	NS			
	Gauche	403	5 (1,2%)		10 (2,5%)		15 (3,7%)				
Sexe	Hommes	339	6 (1,8%)	*	13 (3,8%)	NS	19 (5,6%)	NS			
	Femmes	270	4 (1,5%)		4 (1,5%)		8 (2,10%)				
Âge	Plus de 50 ans	182	6 (3,3%)	*	2 (1,1%)	NS	8 (4,4%)	NS			
	Moins de 50 ans	327	3 (0,9%)		12 (3,7%)		15 (4,6%)				
	Plus de 30 ans	344	8 (2,3%)	*	6 (1,7%)	*	14 (4,1%)	*			
	Moins de 30 ans	104	1 (0,10%)		2 (1,9%)		3 (2,9%)				
Période	3A	281	4 (1,4%)	*	8 (2,8%)	NS	12 (4,3%)	NS			
	4	390	4 (1,0%)		10 (2,6%)		14 (3,6%)				

tableau 106 : prévalence et épidémiologie du tunnel supra-épitrochléen de l'humérus. Le test statistique utilisé est le  $\chi^2$ , NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Les formes partielles sont plus nombreuses que les formes complètes. Ensemble, elles atteignent près de 5% des humérus étudiés. La distribution apparaît ubiquitaire sans lien avec un côté, le sexe, l'âge ou la période. Il s'agit probablement d'un caractère épigénétique rare et stable.

### 7- position tubérositaire

Ce signe est défini par la « position [de la tubérosité bicipitale du radius] par rapport à la prolongation virtuelle de la crête interosseuse » (Mafart 1984). Trois types sont définis : « Dans le type 1 la tubérosité est en avant, dans le type 2 la crête se projette sur l'insertion du biceps, mais en arrière de la limite tiers interne-tiers moyen, dans le type 3 cette limite est dépassée. » (Mafart 1984, voir Figure 6). Hambücken (1998) utilise les termes « antérieure », « antéro-médiale » et « médiale » qui correspond approximativement aux mêmes positions, mais il existe sans doute une assez grande variabilité inter-observateur (surtout entre les positions 1 et 2, moins pour la position 3, très rare chez *Homo sapiens*).

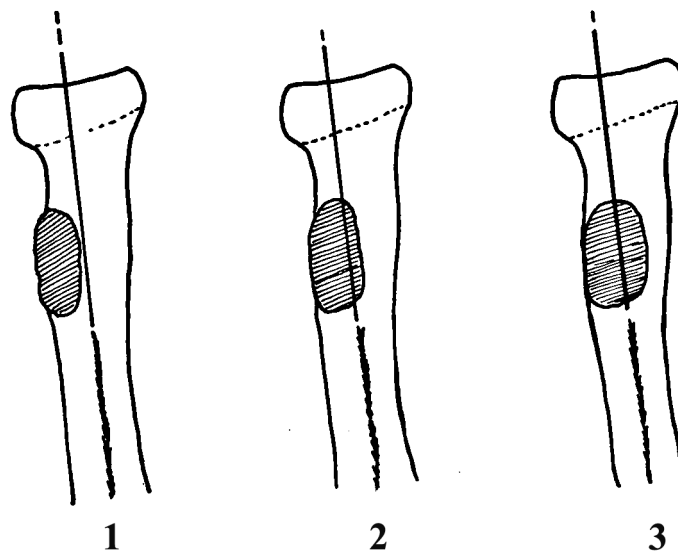


Figure 6: Les trois types de position tubérositaire (d'après Mafart 1980)

Les publications concernant ce caractère sont assez rares. Trinkaus (1988) retrouve chez *Homo neandertalensis* la tubérosité radiale en position plus médiale que chez *Homo sapiens*. Chez les Européens anciens, Fisher (1906 cité in Mafart 1980) indique une position médiane



entre les faces antérieures et postérieures de l'os (type 3 et peut-être 2). Les Européens récents auraient une insertion plus antérieure. Maia Neto (1957, cité in Mafart 1984) retrouve 92,2% de type 1 chez les Portugais de Coimbra.

La position tubérositaire pourrait être en relation avec l'activité biomécanique du coude. La position médiale souvent rencontrée chez *Homo neandertalensis* serait liée à la puissance des mouvements de pronosupination (Trinkaus & Churchill 1988 ; Hambucken 1998).

		N	Type 1			Type 2			Type 3		
			+	%	khi <sup>2</sup>	+	%	khi <sup>2</sup>	+	%	khi <sup>2</sup>
Total		687	406 (59,1%)		266 (38,7%)		15 (2,2%)				
Côté	Droit	345	169 (48,10%)	TS	169 (48,10%)	TS	7 (2,0%)	NS			
	Gauche	342	237 (69,3%)		97 (28,4%)		8 (2,3%)				
Sexe	Hommes	301	180 (59,8%)	NS	110 (36,5%)	NS	11 (3,7%)	NS			
	Femmes	232	127 (54,7%)		102 (43,10%)		3 (1,3%)				
Sexe et côté	Hommes - droit	153	75 (49,0%)	NS	73 (47,7%)	NS	5 (3,3%)	*			
	Femmes - droit	113	49 (43,4%)		63 (55,8%)		1 (0,9%)				
	Hommes - gauche	148	105 (70,9%)	NS	37 (25,0%)	NS	6 (4,1%)	*			
	Femmes - gauche	119	78 (65,5%)		39 (32,8%)		2 (1,7%)				
Âge	Plus de 50 ans	145	94 (64,8%)	S	49 (33,8%)	S	2 (1,4%)	*			
	Moins de 50 ans	306	163 (53,3%)		136 (44,4%)		7 (2,3%)				
	Plus de 30 ans	285	171 (60,0%)	NS	109 (38,2%)	NS	5 (1,8%)	*			
	Moins de 30 ans	96	48 (50,0%)		43 (44,8%)		5 (5,2%)				
	15 à 25 ans	31	11 (35,5%)	S	18 (58,1%)	S	2 (6,5%)	*			
Plus de 25 ans	656	395 (60,2%)	248 (37,8%)		13 (1,10%)						
Période	3A	268	147 (54,9%)	NS	116 (43,3%)	S	5 (1,9%)	NS			
	4	310	194 (62,6%)		109 (35,2%)		7 (2,3%)				
Période et côté	3A - droit	131	56 (42,7%)	NS	72 (54,10%)	NS	3 (2,3%)	*			
	4 - droit	159	83 (52,2%)		73 (45,9%)		3 (1,9%)				
	3A - gauche	137	91 (66,4%)	NS	44 (32,1%)	NS	2 (1,5%)	*			
	4 - gauche	151	111 (73,5%)		36 (23,8%)		4 (2,6%)				

tableau 107 : prévalence et épidémiologie de la position tubérositaire du radius. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Tous radius confondus, le type 1 est majoritaire, et le type 3 très rare.

La position tubérositaire varie selon les côtés. Si les radius droits montrent autant de type 1 que de type 2, chez les radius gauches au contraire, le type 1 est très majoritaire.

Il n'est pas observé de différence entre les deux sexes.

L'âge joue un rôle important en déplaçant la position tubérositaire d'un type plutôt 2 dans la jeunesse vers un type plutôt 1 avec l'avancée en âge. Les résultats de Trinkaus (1988) montrent une évolution analogue. L'étude de ce caractère chez l'enfant à Notre-Dame-du-Bourg pourrait compléter ces observations.

Échantillons	N	Type 1 N (%)	Type 2 N (%)	Type 3 N (%)
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total, humérus	687	406 (59,1%)	266 (38,7%)	15 (2,2%)
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècles après J.-C. (Mafart 1984)	73	40 (54,8%)	26 (35,6%)	7 (9,6%)
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	10	8	1	1
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	42	22 (52,4%)	20 (47,6%)	0 (0%)
Néandertaliens (Hambucken 1998)	18	0	10	8
Néolithiques de Mont-Aimé, Marne (Hambucken 1998)	39	25 (64,1%)	12 (30,8%)	2 (5,1%)
Sindou, Lot, âge du bronze (Hambucken 1998)	19	17	2	0
St Chéron, Chartres 4 <sup>e</sup> -5 <sup>e</sup> siècles après J.-C. (Hambucken 1998)	55	49 (89,1%)	6 (10,9%)	0 (0%)
Cimetière Saint-Étienne, Toulouse 11 <sup>e</sup> -13 <sup>e</sup> siècles après J.-C. (Hambucken 1998)	74	63 (85,1%)	11 (14,9%)	0 (0%)
Canac, Aveyron 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Hambucken 1998)	31	24 (77,4%)	6 (19,4%)	1 (3,2%)
Spitalfields, Londres, 18 <sup>e</sup> -19 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Hambucken 1998)	55	41 (74,5%)	14 (25,5%)	0 (0%)
Portugais de Coimbra (Maia Neto 1957, cité in Mafart 1984)		0 (92,2%)	0 (0%)	0 (0%)
États-Uniens d'origine européenne (Trinkaus & Churchill 1988)	76	22 (29,6%)	45 (59,2%)	9 (11,2%)
Boshimans, Kalahari. (Hambucken 1998)	14	6	6	2
Japonais (Hambucken 1998)	27	22	5	0
Inuits, Ammassalik, Groenland (Hambucken 1998)	9	1	7	1
Amérindiens adultes (Trinkaus & Churchill 1988)	100	15 (14,5%)	78 (77,5%)	8 (8%)
Amérindiens immatures (Trinkaus & Churchill 1988)	105	3 (2,9%)	91 (86,7%)	11 (10,5%)
Aborigènes australiens (Hambucken 1998)	21	2	17	2

tableau 108: comparaison de la prévalence des trois types de position tubérositaire du radius entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études.

La position de type 2 apparaît comme une position plus immature avec un déplacement latéral au cours de l'existence. L'activité musculaire exercée avec plus de force en pronosupination à droite pourrait opposer une tendance contraire à ce déplacement de maturité. C'est ce qui expliquerait la persistance de la forme médiale à droite et l'importance des formes de type 1 à gauche chez l'adulte. Il faut remarquer l'absence de différence entre les sexes pour un signe possiblement lié à une activité physique.

Une différence assez discrète (significative seulement pour le type 2 avec  $p=0,046$ ) s'observe entre les deux périodes principales. Cette variation diachronique se fait vers une plus grande proportion de type 1. Le vieillissement de l'échantillon de la période « 4 » par rapport à la période « 3A » en est peut-être la cause.

Les résultats globaux retrouvés à Notre-Dame-du-Bourg sont très proches de ceux retrouvés dans deux autres sites de la Provence médiévale, avec un protocole d'étude identique (Mafart 1980 ; 1984). Ils diffèrent sensiblement de plusieurs autres échantillons européens où le type 1 est plus dominant. Une variabilité inter-observateur n'est pas à exclure, d'autant que la plupart des autres échantillons ont été étudiés par le même observateur (Hambücken 1998). Globalement, la forme 3 est très rare chez les Européens et les Japonais. Elle apparaît plus fréquente chez des peuples chasseurs-cueilleurs (Aborigènes, Bushmen et Inuits), favorisant ainsi l'hypothèse biomécanique d'Hambücken (1998) et Trinkaus (1988).

Mais les échantillons montrant un fort taux de position médiale (néolithiques, chasseurs-cueilleurs) sont aussi ceux qui ont sans doute l'espérance de vie la plus faible. L'âge des sujets n'étant pas indiqué dans l'étude d'Hambücken (1998), la position médiale de leurs tubérosités radiales pourrait (en partie) provenir d'un biais de recrutement. Chez les Néandertaliens par contre, il faut supposer une évolution biomécanique de l'avant-bras différente de celle d'*Homo sapiens*.

La signification étiologique de ce caractère est peu établie. Des facteurs génétiques et d'activité influencent sans doute ses caractéristiques. La latéralisation prononcée du signe et l'influence de l'âge mériteraient en tout cas une étude approfondie, intégrant notamment des enfants.

## **8- Division de la surface articulaire olécranienne (ulna)**

La forme du sillon olécranien de l'ulna peut prendre de nombreux aspects. Manouvrier (1907) relève trois formes : pas de séparation, séparation partielle, séparation totale. Yamaguchi (1972) et Mafart (1984) décrivent plus précisément toutes les formes possibles : pour chaque bord externe et interne, l'encoche peut être plus ou moins prononcée. Il peut y avoir ou non séparation totale des surfaces articulaires supérieures et inférieures. Un bourrelet central peut également être observé.

Ces diverses formes peuvent en fin de compte être divisées en deux catégories : les formes totalement séparées d'une part, et toutes les autres formes non-séparées d'autre part. Une telle simplification rend plus facile les comparaisons en diminuant les variabilités intra- et inter-observateurs. Ainsi définie, la variabilité intra-observateur est calculée à 5,9% (4 différences sur 68 mesures), alors qu'elle est de 32,4% en intégrant toutes les variations.

Manouvrier (1907) relie la séparation totale à la robustesse de l'os mais les tests statistiques ne confirment pas ce lien à Notre-Dame-du-Bourg. Godycki (1957) décrit ce signe comme fortement lié au sexe féminin au contraire de Férembach (cité in Mafart 1984). Saunders (1978) retrouve au contraire le signe plus souvent présent chez l'homme dans 3 échantillons différents. Mafart (1984) évoque la transformation au cours de la vie de la forme sans encoche à la forme avec encoche et séparation. Les ulnas d'enfants qu'il a étudié montrent un taux très faible de formes séparées, rejoignant les observations de Saunders (1978) et Heine (1925). Les ulnas disséquées par Yamaguchi (1972) montrent une tendance au remplacement de la zone cartilagineuse centrale par une zone d'ossification au cours de l'existence.

		N	Formes séparées			Formes non-séparées		
			+	%	Khi <sup>2</sup>	+	%	Khi <sup>2</sup>
Total		708	312	(44,1%)		396	(55,9%)	
Côté	Droit	358	151	(42,2%)	NS	207	(57,8%)	NS
	Gauche	350	161	(46,0%)		189	(54,0%)	
Sexe	Hommes	239	85	(35,6%)	TS	154	(64,4%)	TS
	Femmes	305	161	(52,8%)		144	(47,2%)	
Âge	Plus de 50 ans	157	79	(50,3%)	S	78	(49,7%)	S
	Moins de 50 ans	301	113	(37,5%)		188	(62,5%)	
	Plus de 30 ans	300	141	(47,0%)	TS	159	(53,0%)	TS
	Moins de 30 ans	86	15	(17,4%)		71	(82,6%)	
Période	3A	268	117	(43,7%)	NS	151	(56,3%)	NS
	4	310	135	(43,5%)		175	(56,5%)	
Âge et sexe	Hommes + 30 ans	161	88	(54,7%)	S	73	(45,3%)	S
	Hommes - 30 ans	36	10	(27,8%)		26	(72,2%)	
	Femmes + 30 ans	125	48	(38,4%)	S	77	(61,6%)	S
	Femmes - 30 ans	30	3	(10,0%)		27	(90,0%)	
Sexe et période	Hommes 3A	128	69	(53,9%)	S	59	(46,1%)	S
	Femmes 3A	88	30	(34,1%)		58	(65,9%)	
	Hommes 4	120	58	(48,3%)	NS	62	(51,7%)	NS
	Femmes 4	124	47	(37,9%)		77	(62,1%)	

tableau 109 : prévalence et épidémiologie de la forme de la surface articulaire olécranienne à

Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Échantillons	N	Formes séparées		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total (1)	708	312	44,1%	
Notre-Dame-du-Bourg, hommes de moins de 30 ans (2)	36	10	27,8%	
Notre-Dame-du-Bourg, hommes de plus de 30 ans (3)	161	88	54,7%	
Notre-Dame-du-Bourg, femmes de moins de 30 ans (4)	30	3	10%	
Notre-Dame-du-Bourg, femmes de plus de 30 ans (5)	125	48	38,4%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	62	12	19,4%	TS <sup>1</sup>
La Gayole 5 <sup>e</sup> - 7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	9	0		* <sup>1</sup>
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	46	3	6,5%	TS <sup>1</sup>
Néolithiques de Montigny-Esbly (Manouvrier & Anthony 1907)	68	45	66,2%	TS <sup>1</sup>
Ennery, cimetière Franc (Heuertz 1957 Heuertz 1957)	26	21	80,7%	TS <sup>1</sup>
Japonais du 20 <sup>e</sup> siècle (Yamaguchi 1972)	253	23	9,1%	TS <sup>1</sup>
Aïnous d'Hokkaido (Yamaguchi 1972)	168	62	36,9%	NS <sup>1</sup>
Inuits Aléoutiens, hommes de moins de 30 ans (Saunders 1978)	117	29	24,8%	NS <sup>2</sup>
Inuits Aléoutiens, hommes de plus de 30 ans (Saunders 1978)	107	33	30,8%	TS <sup>3</sup>
Inuits Aléoutiens, femmes de moins de 30 ans (Saunders 1978)	97	25	25,8%	NS <sup>4</sup>
Inuits Aléoutiens, femmes de plus de 30 ans (Saunders 1978)	86	26	30,2%	NS <sup>5</sup>
Iroquois de Carton site, Milton, Ontario, Canada (Yamaguchi 1972)	166	42	25,3%	TS <sup>1</sup>
Précolombiens de Paltacalo, Équateur (Anthony & Rivet 1908)	27	10		NS <sup>1</sup>
Mobridge, hommes de moins de 30 ans (Saunders 1978)	17	10	58,8%	S <sup>2</sup>
Mobridge, hommes de plus de 30 ans (Saunders 1978)	47	20	42,6%	NS <sup>3</sup>
Mobridge, femmes de moins de 30 ans (Saunders 1978)	13	2		* <sup>4</sup>
Mobridge, femmes de plus de 30 ans (Saunders 1978)	29	9		NS <sup>5</sup>
Libben, hommes de moins de 30 ans (Saunders 1978)	22	2		* <sup>2</sup>
Libben, hommes de plus de 30 ans (Saunders 1978)	55	9	16,4%	TS <sup>3</sup>
Libben, femmes de moins de 30 ans (Saunders 1978)	21	0		* <sup>4</sup>
Libben, femmes de plus de 30 ans (Saunders 1978)	51	6	11,8%	TS <sup>5</sup>

tableau 110: comparaison de la prévalence de la séparation complète de la surface articulaire olécranienne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test ; le chiffre en exposant correspond à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg avec lequel est réalisée le test

La forme de la surface articulaire olécranienne à Notre-Dame-du-Bourg n'est pas liée à un côté ou une période.

La forme séparée apparaît plus fréquente chez les femmes, rejoignant ainsi l'observation de Godycki (1957). La différence de fréquence entre les sexes est significative ici mais les taux sont proches (17% d'écart), il faut donc une taille d'échantillon assez importante pour observer cette différence.

La fréquence de la forme séparée augmente avec l'âge au décès des individus (comme pour Mafart 1984). Nous rejoignons les conclusions de cet auteur sur une modification de la forme au cours de l'existence, passant d'une forme non-séparée dans l'enfance et la jeunesse pour évoluer vers une séparation des surfaces articulaires avec l'âge. Cette évolution semble toutefois s'arrêter vers 30 ans puisque l'augmentation de fréquence est très faible entre les individus âgés de plus de 30 ans et ceux de plus de 50 ans.

Yamaguchi (1972), qui note aussi une augmentation avec l'âge, relie la forme séparée à la production ostéophytique de l'arthrose du coude. À Notre-Dame-du-Bourg, le coefficient de corrélation entre les formes séparées et l'arthrose est très peu probant (0,13). Nous ne suivrons donc pas les conclusions de cet auteur.

Dans le site provençal de La Gayole (Mafart 1984), pourtant géographiquement et temporellement proche de Notre-Dame-du-Bourg, la prévalence des formes séparées est 6,7 fois plus faible. Pour expliquer une telle différence, il est possible que des facteurs génétiques puissent intervenir. Il peut aussi être discuté l'influence de facteurs d'activité mais dont les effets sur ce trait restent à déterminer.

## **PARTIE ANTÉRIEURE DU COL DU FÉMUR :**

Trois structures distinctes peuvent s'observer sur la partie antérieure du col fémoral. Une grande confusion terminologique a longtemps plané sur ces structures, et il arrive que des définitions erronées se rencontrent encore dans certaines études. Des problèmes de traduction et d'interprétation ont aggravé la difficulté de la description de cette zone. Nous ne reprendrons pas l'historique des définitions mais nous ne pourrions pas toujours échapper à certaines précisions sur des descriptions antérieures.

La meilleure clarification a été initiée par Angel (1964), bien définie par Finnegan (1974 ; 1978), reprise ensuite dans la plupart des études sur cette région anatomique (Mafart 1984 ; Penteado, Duarte *et al.* 1986 ; Donlon 2000). Il est par contre regrettable que Finnegan n'ait pas utilisé une terminologie nouvelle car des confusions avec des définitions plus anciennes peuvent encore se renouveler. La « fosse de Allen », la « facette » ou « l'empreinte » de Poirier (ou de Bertaux) ou encore l'« *eminentia articularis colli femoris* » (pour ne citer que les plus fréquentes) ont régulièrement été prises les unes pour les autres.

Nous retenons donc trois formations distinctes en gardant les terminologies précises les plus courantes : La fosse d'Allen, l'extension de la surface articulaire et l'empreinte iliaque.

Le dessin le plus précis de ces trois structures provient de Finnegan (1974), nous le reproduisons donc ici :

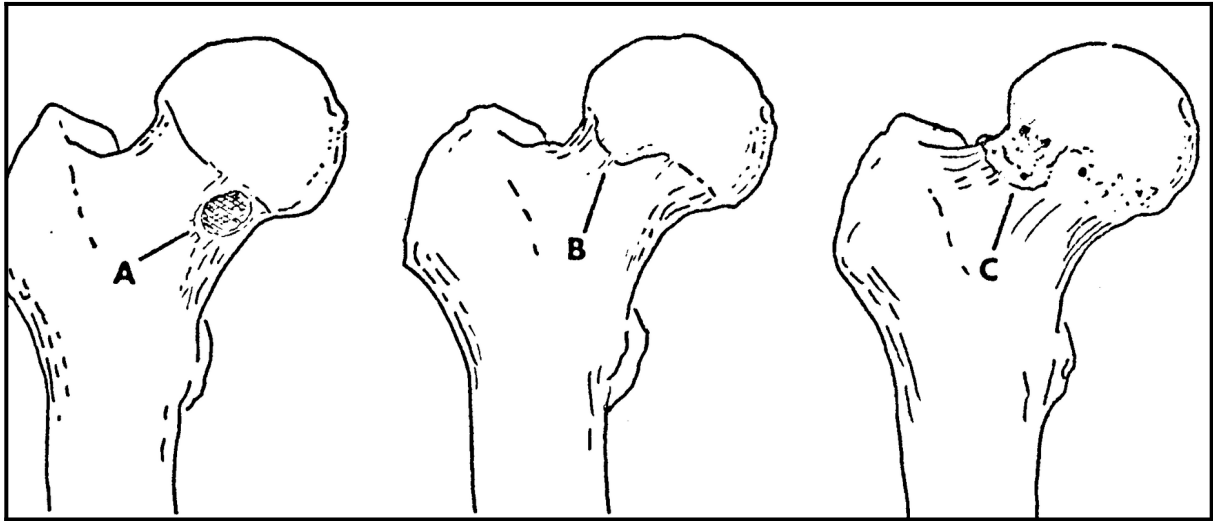


Figure 7: les trois structures de la partie antérieure du col fémoral :

A =fosse d'Allen, B=extension de la surface articulaire, C= empreinte iliaque  
(d'après Finnegan & Faust 1974)

### 9- Fosse d'Allen (= fosse cervicale du fémur = fossette d'Allen = *depression of the anterior femoral neck*)

Définie par une « fossette de taille variable, jusqu'à 1cm<sup>2</sup> de surface, cernée par un bourrelet et exposant en son centre la trabéculatation de l'os spongieux. Les bords peuvent être minces ou à l'inverse présenter une réaction osseuse de type inflammatoire » (Finnegan & Faust 1974, traduit et revu en français par Mafart 1984).

Cette définition reprend sans doute la structure qu'Allen lui-même a décrite : « Une dépression discrète et souvent cribliforme est située près de la surface articulaire, appelée fosse cervicale » (Allen 1884 cité in Meyer 1924). Mais cet aspect de « fosse d'Allen » a été pendant longtemps confondu avec l'empreinte de Poirier (Meyer 1924 ; Odgers 1931). Ce n'est qu'à partir des travaux d'Angel (1964) que ce caractère, désormais mieux défini, est régulièrement recherché par les anthropologues (photographie 32).

La variabilité intra-observateur que nous avons relevé est de 6,6% sur ce caractère (4 différences de diagnostic sur 61 mesures). Ce résultat est très proche de celui de 4% retrouvé

par Saunders (1978). La reproductibilité du signe peut donc être considérée comme satisfaisante.

L'étiologie de la fosse d'Allen reste inconnue. La formation osseuse est située « à l'endroit précis où la partie distale des fibres de la *zona orbicularis* est en contact avec le col fémoral lors de l'hyperflexion de la hanche » (Angel 1964 traduit par Mafart 1984). Angel (1964) propose que la fosse d'Allen puisse être produite par des tensions de la capsule comme par exemple la course en descendant. La plaque osseuse serait une formation liée à l'âge qui couvrirait progressivement la fosse d'Allen. Cette explication mécaniste n'est pourtant pas compatible avec la grande fréquence de ce signe sur les fémurs d'enfants et la progressive diminution de prévalence avec l'âge comme l'ont montré plusieurs études convergentes (Saunders 1978 ; Donlon 2000).

		N	Fosse d'Allen	Khi <sup>2</sup>
Total		596	158 (26,5%)	
Côté	Droit	303	78 (25,7%)	NS
	Gauche	293	80 (27,3%)	
Sexe	Hommes	208	55 (26,4%)	NS
	Femmes	160	42 (26,3%)	
Âge	Plus de 50 ans	100	13 (13,0%)	TS
	Moins de 50 ans	219	77 (35,2%)	
	Plus de 30 ans	179	30 (16,8%)	TS
	Moins de 30 ans	83	38 (45,8%)	
	Moins de 25 ans	32	15 (47%)	S
	Plus de 25 ans	564	143 (25,4%)	
Période	3A	211	53 (25,1%)	NS
	4	292	80 (27,4%)	

tableau 111 : prévalence et épidémiologie de la fosse d'Allen du fémur à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.



Échantillons	N	Fosse d'Allen		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	596	158	26,5%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	44	9	20,5%	NS
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	14	3		*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	37	6	16,2%	NS
Grecs préhistoriques (Angel 1964)	179	55	30,7%	NS
Grecs antiques de 650 avant J.-C. (Angel 1959 ; 1960)	303	32	10,6%	TS
Grecs historiques (Angel 1964)	90	19	21,1%	NS
Grecs "romantiques", 19 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Angel 1964)	133	25	18,8%	NS
États-Uniens modernes leucodermes (Angel 1964)	186	17	9,1%	TS
Nigériens 20 <sup>e</sup> siècle (Kostick 1963)	738	283	38,3%	TS
États-Uniens modernes mélanodermes (Angel 1964)	108	13	12,0%	S
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	431	91	21,1%	S
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	152	102	67,1%	TS
Amérindiens de Moberg, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	112	16	14,3%	S
Brésiliens de diverses origines (Penteado, Duarte <i>et al.</i> 1986)	256	61	23,8%	NS

tableau 112: comparaison de la prévalence de fosse d'Allen entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ),

La fosse d'Allen est fréquente à Notre-Dame-du-Bourg, présente sur plus d'un quart des fémurs. Le caractère apparaît indépendant du côté, du sexe ou de la période. Il est par contre fortement lié à l'âge des individus.

L'absence de lien avec le côté a été depuis longtemps constaté (Kostick 1963).

Le lien avec le sexe est par contre variable. Sur 7 échantillons de populations différentes, la fosse d'Allen est statistiquement plus fréquente chez les femmes dans 4 cas, et chez les hommes dans 3 cas (Angel 1959 ; 1960 ; Kostick 1963 ; Angel 1964 ; Saunders 1978). À Notre-Dame-du-Bourg par contre, comme chez d'autres échantillons (Angel 1964 ; Donlon 2000), le caractère semble indépendant du sexe.

La fosse d'Allen montre un fort lien statistique avec l'âge. Les études ayant étudié la fosse d'Allen en fonction de l'âge montrent une forte prévalence dans les premiers âges de la vie pour diminuer progressivement avec le vieillissement (Saunders 1978 ; Donlon 2000). Saunders (1978) retrouve le signe sur la majorité des enfants décédés entre 0 et 6 ans et sur la quasi-totalité des jeunes morts entre 6 et 18 ans. Les taux diminuent ensuite. L'évolution est très comparable à Notre-Dame-du-Bourg où la fosse d'Allen est retrouvée dans presque la moitié des fémurs de moins de 30 ans. Après 50 ans la prévalence chute à 13%.

Si la zone de la fosse d'Allen est bien située à proximité de la *zona orbicularis*, son étiologie ne peut être une simple action mécanique érosive du ligament sur l'os. Il n'existe d'ailleurs pas d'exemple anatomo-physiologique de ce type, l'hypersollicitation provoquant plutôt une densification osseuse. L'aspect réalisé par la fosse d'Allen apparaît comme un caractère immature de la formation du col fémoral. Sa disparition au cours de l'existence correspond à une modification osseuse de la zone, sans doute par une corticalisation et une densification de la surface de l'os. Nous ne connaissons pas les étiologies présidant à la transformation osseuse de cette zone. L'action mécanique des fibres de la *zona orbicularis* pourrait peut-être provoquer la disparition (plutôt que la formation) de la fosse d'Allen par une hyperossification de contact.

**10- Extension de la surface articulaire (= facette de Poirier = convexité de la bordure articulaire = *eminentia articularis colli femoris* = *anterior cartilage excursion*)**

Plus encore que la fosse d'Allen, les deux structures suivantes ont été largement confondues au cours des études successives. Des auteurs récents, comme Saunders (1978) choisissent encore de ne pas les différencier. Certains pensent en effet que ces deux structures sont liées et forment deux étapes différentes du même processus. Pourtant ces deux formations sont parfois observées sur un même fémur, ce qui nous engage à considérer ces structures comme indépendantes. Nous avons donc décidé, en suivant la classification de Finnegan, de les étudier séparément.

Nous éviterons le terme de facette de Poirier, pourtant employé par Finnegan (1974) et Mafart (1984) à cause de la confusion possible avec l'empreinte de Poirier.

Comme son nom l'indique, l'extension de la surface articulaire correspond à un aspect de la partie antérieure de la tête fémorale où la bordure (visible sur os sec) du cartilage articulaire forme une extension, en direction du col fémoral. Cette extension, le plus souvent de forme arrondie, correspond imparfaitement à la bordure du cartilage articulaire, comme l'a montré Kostick (1963) en comparant les aspects sur fémur macéré puis nettoyé. Le point important pour le diagnostic, est que la formation appartient entièrement à la surface articulaire de la tête fémorale. Elle est séparée du col par le même liseré osseux qui délimite tout le reste de la surface articulaire (photographie 33). Elle ne doit donc pas être confondue avec une formation osseuse, ou un aspect de dépression ou de bourrelet comme dans l'empreinte iliaque. Une difficulté supplémentaire dans le recueil de ce signe vient que la

bordure de la surface articulaire chez le fémur « normal » est déjà sujette à des ondulations dont l'extension de la surface articulaire n'est finalement qu'une exagération. Odgers (1931), définissant l'extension au sens large, la retrouve dans près de 100% des fémurs qu'il étudie. Nous ne relèverons le signe que pour les extensions « marquées », en étant conscient d'un risque de subjectivité important.

Si la définition semble clarifiée, il existe encore quelques fémurs pour lesquels la limite entre les signes d'extension de la surface articulaire et d'empreinte iliaque est difficile à affirmer. Nous avons calculé la variabilité intra-observateur de ce signe à 9,8% (6 différences sur 61 mesures). Saunders l'évalue à 22%, mais pour une association de l'extension de la surface articulaire et de l'empreinte iliaque. La variabilité inter-observateur est certainement beaucoup plus importante comme le montrent les taux très variables entre les auteurs.

Depuis sa première description par Charles (1894) chez les Penjâbis, il a été attribué à cette « facette articulaire » de nombreuses étiologies. Signe d'accroupissement pour les uns (Charles 1894 ; Poirier 1911), cette étiologie a été contestée par d'autres (Parsons 1914 ; Meyer 1924).

		N	Extension de la surface articulaire	Chi <sup>2</sup>
Total		583	29 (4,1%)	
Côté	Droit	299	13 (4,3%)	NS
	Gauche	284	16 (5,6%)	
Sexe	Hommes	206	15 (7,3%)	S
	Femmes	154	3 (1,9%)	
Âge	Plus de 50 ans	99	2 (2,0%)	*
	Moins de 50 ans	210	9 (4,3%)	
	Plus de 30 ans	176	8 (4,5%)	*
	Moins de 30 ans	78	6 (7,7%)	
Période	3A	207	10 (4,8%)	NS
	4	283	9 (3,2%)	

tableau 113 : prévalence et épidémiologie de l'extension de la surface articulaire à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ),

\*signifie une impossibilité de calcul du test.

Échantillons	N	Extension		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	583	29	5,0%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	44	20	45,4%	*
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	14	10		*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	37	18	48,6%	*
Greco préhistoriques (Angel 1964)	133	4	3,0%	NS
Greco historiques (Angel 1964)	106	2	1,9%	*
Greco "romantiques", 19e siècle après J.-C. (Angel 1964)	112	0	0,0%	*
Anglais modernes (Meyer 1924)	163	7	4,3%	NS
Anglais modernes (Odgers 1931)	104	66	63,5%	TS
Anglais modernes (Meyer 1934)	609	165	27,1%	TS
États-Uniens modernes leucodermes (Angel 1964)	182	24	13,2%	TS
États-Uniens modernes mélanodermes (Angel 1964)	99	9	9,1%	NS
Africains, Australiens et Asiatiques (Odgers 1931)	44	25	56,8%	*
Brésiliens de diverses origines (Penteado, Duarte <i>et al.</i> 1986)	256	103	40,2%	TS

tableau 114: comparaison de la prévalence d'extension de la surface articulaire entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Nous n'avons retrouvé l'extension de la surface articulaire que sur un nombre assez restreint de fémurs. L'interprétation très personnelle qui peut être faite du diagnostic de ce caractère explique probablement la grande variabilité des taux de prévalence entre les auteurs. Angel (1964) par exemple fait la distinction entre les formes légères et marquées. Nous avons relevé ici ses formes « marquées » dont les taux présentent une similitude avec ceux de Notre-Dame-du-Bourg.

Pour un même auteur étudiant des échantillons différents, les taux peuvent être très variables comme chez Angel (1964). Il existe donc probablement bien des différences significatives entre des populations différentes.

La différence sexuelle retrouvée à Notre-Dame-du-Bourg est constante dans les études qui séparent les sexes (Odgers 1931 ; Angel 1964 ; Donlon 2000). Les hommes sont donc constamment plus atteints, 2 et jusqu'à 8 fois plus que les femmes.

L'âge ne semble pas intervenir mais une seule étude hormis la nôtre l'étudie (Odgers 1931).

L'extension d'une surface articulaire signe logiquement une extension de l'utilisation de l'articulation. C'est en ce sens que ce signe a pu être décrit comme un marqueur d'accroupissement (ou du moins d'hyperflexion répétée de la hanche). Cependant, sa plus

grande fréquence chez des États-Uniens modernes par rapport à des Grecs anciens (chez un même auteur, Angel 1964) ne plaide pas en faveur d'une étiologie purement mécanique. D'autres facteurs de l'architecture articulaire et osseuse pourraient donc intervenir.

Malgré une définition améliorée par les auteurs récents, l'extension de la surface articulaire du fémur reste un signe difficile d'utilisation surtout à cause de sa variabilité inter-observateur. À cette difficulté méthodologique s'ajoutent des doutes persistants sur son étiologie. En l'absence de meilleures connaissances sur son sujet, il nous semble que l'étude de l'extension de la surface articulaire du fémur ne présente pas d'intérêt majeur.

### **11- Empreinte iliaque (= empreinte de Poirier = empreinte de Bertaux = *plaque*)**

Ce dernier des trois signes de la partie antérieure du col fémoral est sans doute celui qui a le plus intéressé les différents chercheurs, malgré des imprécisions persistantes sur sa définition. L'empreinte iliaque a d'abord été décrite par Bertaux dans sa thèse puis diffusée par Poirier dans son traité d'anatomie en 1911.

Mafart (1984) la définit comme « une plaque rugueuse, située à proximité du bord antéro-supérieur de la facette articulaire. L'aspect sur l'os sec est rugueux, sans continuité avec la facette articulaire ». C'est ce dernier point qui fait toute la différence avec l'extension vue précédemment (photographie 34). Finnegan (1974) insiste sur le fait que les trois structures peuvent être observées séparément sur un même fémur. Comme nous l'avons vu, certains auteurs ont rassemblé les deux dernières structures (extension de la surface articulaire du fémur et empreinte iliaque).

Nous avons calculé la variabilité intra-observateur de ce signe à 14,8% (9 différences de diagnostic sur 61 mesures) soit plus que les deux signes précédents. Malgré la précision de la définition, certaines formations osseuses restent en effet ambiguës.

L'origine de l'empreinte iliaque a depuis longtemps été débattue. Parmi les étiologies proposées, signalons un signe d'accroupissement (Poirier 1911 ; Paturet 1951), « une formation anatomique particulière du couple cotyle-fémur » (Regnault 1898), un « contact avec le segment vertical du ligament ilio-fémoral en position d'extension complète » (Wamsley 1915), un contact fémur-cotyle pendant le sommeil (Meyer 1924), une pression de la capsule articulaire circulaire (Odgers 1931). Aucune certitude étiologique n'émerge.

		N	Empreinte iliaque	Chi <sup>2</sup>
Total		596	185 (31,0%)	
Côté	Droit	308	92 (29,9%)	NS
	Gauche	288	93 (32,3%)	
Sexe	Hommes	211	74 (35,1%)	S
	Femmes	154	38 (24,7%)	
Âge	Plus de 50 ans	100	34 (34,0%)	S
	Moins de 50 ans	216	48 (22,2%)	
	Plus de 30 ans	179	65 (36,3%)	TS
	Moins de 30 ans	81	13 (16,0%)	
	15 à 25 ans	32	3 (9,4%)	S
	Plus de 25 ans	564	182 (32,3%)	
Période	3A	211	82 (38,9%)	TS
	4	289	66 (22,8%)	
Période et sexe	Hommes 3A	92	39 (42,4%)	S
	Hommes 4	80	18 (22,5%)	
	Femmes 3A	60	18 (30,0%)	NS
	Femmes 4	78	15 (19,2%)	

tableau 115 : prévalence et épidémiologie de l'empreinte iliaque du fémur à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Échantillons	N	Empreinte iliaque	Chi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	596	185 31,0%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	44	1 2,3%	TS
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	14	3	*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	37	1 2,7%	TS
Greco préhistoriques (Angel 1964)	179	19 10,6%	TS
Préhistoriques de Copières, France (Regnault 1898)	39	11 28,2%	NS
Greco historiques (Angel 1964)	90	3 3,3%	TS
Greco "romantiques", 19e siècle après J.-C. (Angel 1964)	133	24 18,0%	S
Britanniques modernes (Meyer 1934)	449	318 70,8%	TS
Britanniques modernes (Odgers 1931)	104	86 82,7%	TS
États-Uniens modernes leucodermes (Angel 1964)	186	129 69,4%	TS
États-Uniens modernes mélanodermes (Angel 1964)	108	76 70,4%	TS
Brésiliens de diverses origines (Penteado, Duarte <i>et al.</i> 1986)	256	56 21,9%	S

tableau 116: comparaison de la prévalence d'empreinte iliaque entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ )

\*signifie une impossibilité de calcul.

L'empreinte iliaque est un signe fréquemment retrouvé à Notre-Dame-du-Bourg. Ce signe existe autant à droite qu'à gauche. Par contre, il apparaît variable selon le sexe, l'âge au décès et la période à laquelle a vécu l'individu.

La prédominance masculine est constamment retrouvée, autant à Notre-Dame-du-Bourg que dans les autres études (Odgers 1931 ; Kostick 1963 ; Angel 1964 ; Saunders 1978).

L'augmentation de prévalence avec l'âge a aussi été régulièrement décrite dans d'autres études (Odgers 1931 ; Meyer 1934 ; Winder 1974). Saunders qui étudie ensemble extension et empreinte chez les enfants ne la retrouve jamais entre 0 et 6 ans, très rarement entre 6 et 18 ans (0% à 4%). Les taux augmentent nettement au début de l'âge adulte (30% à 47% entre 18 et 30 ans), puis en progression constante (45% à 68% chez les plus de 30 ans).

D'importantes variations du taux de présence de l'empreinte iliaque s'observent dans des échantillons différents (de 2% à 82%). Certaines de ces différences existant pour un même auteur, elles ne peuvent être expliquées par une variabilité inter-observateur. L'âge des individus n'est que rarement indiqué, ce qui peut être un biais aux comparaisons. Mais l'effet de l'âge ne pourrait sans doute pas expliquer entièrement les importantes différences de taux entre les échantillons.

En résumé, l'empreinte iliaque augmente de fréquence avec l'avancée en âge, atteint particulièrement les hommes, est sujette à d'importantes variations dans des échantillons différents. Ces caractéristiques évoquent un signe lié à l'activité du membre inférieur. Paul-Boncour (1900) étudiant des os de personnes hémiplégiques depuis l'enfance note sa présence préférentielle du côté sain (sur-utilisé) et son absence du côté hémiplégique (sous-utilisé), laissant donc fortement suggérer l'influence d'une action mécanique. Mais les mécanismes précis responsables de la formation de l'empreinte iliaque restent inconnus.

Plusieurs auteurs ayant rassemblé les extensions et les empreintes, nous proposons à titre de comparaison les taux analogues de Notre-Dame-du-Bourg. Contrairement à ces auteurs, nous ne pensons pas cependant que ces deux formations puissent être deux aspects d'un même phénomène. Loin d'un regroupement étiologique, ce tableau est uniquement indicatif et comparatif.

Échantillons	N	Association extension et empreinte	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	579	200 34,5%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	44	21 47,7%	NS
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	14	6	*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	37	18 47,4%	NS
Préhistoriques de Copières, France (Regnault 1898)	39	22 56,4%	S
Rothwell, Angleterre 13e-15e siècle après J.-C. (Parsons 1914)	214	157 73,4%	TS
Nigériens 20e siècle (Kostick 1963)	738	399 54,1%	TS
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	422	234 55,5%	TS
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	152	63 41,4%	NS
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	112	64 57,1%	TS

tableau 117: comparaison de la prévalence de présence confondu des extensions et empreintes entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. Le test statistique utilisé est le khi<sup>2</sup>, NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001)

## 12- Troisième trochanter (= *trochanter tertius* = tubérosité glutéale)

La région glutéale de la face postérieure du fémur est le siège de trois structures inconstantes possédant des rapports étroits avec le muscle grand glutéal (*M. gluteus maximus*). Il s'agit du troisième trochanter, de la fosse hypotrochantérique et de la crête glutéale.

Le troisième trochanter est une formation constante chez certains mammifères (Saunders 1978). Cruveilhaer (1832) le décrit chez l'homme sans le nommer, et c'est Cuvier qui utilise ce terme (1835 cité in Hrdlička 1937) en remarquant son homologie avec des fémurs de mammifères. Evangeli-Tramond (1894, cité in Hrdlička 1937) en donne la définition suivante : « Éminence osseuse de forme ovalaire [...] située à l'extrémité de la branche de bifurcation externe de la ligne âpre. » (photographie 35). Le troisième trochanter correspond à une zone d'insertion d'une partie des fibres du grand glutéal (Appleton 1922 ; Hrdlička 1937).

Si le diagnostic des formes évidentes ne pose aucun problème, il n'en va pas de même pour les formes peu prononcées. Un *continuum* de forme existe entre une crête simple et un massif osseux bien marqué. Nous n'avons pris en compte dans l'étude que les formes



marquées en rejetant les formes douteuses ou peu prononcées. La variabilité intra-observateur que nous avons relevée se situait à 6,6% (4 différences sur 61 diagnostics), mais Saunders la retrouve à 16%. La variabilité inter-observateur est sans doute plus élevée.

Sa présence préférentielle chez des fémurs grêles et peu musclés a été remarquée depuis longtemps (Dwight 1889 ; Poirier 1911 ; Apostolakis 1931 ; Hrdlička 1937 ; Kate 1962 cité in Saunders 1978). Paul-Boncour (1900) qui examine le squelette d'un hémiplegique, trouve un troisième trochanter plus développé du côté atteint. Inversement, Treves (1886) signale un troisième trochanter particulièrement développé sur un homme musclé vivant et les travaux statistiques de Lozanoff (1985) montreraient un lien entre la présence du troisième trochanter et un fémur court et robuste.

La signification exacte du troisième trochanter n'est toujours pas connue, malgré des travaux nombreux et anciens. Aux partisans de l'atavisme (Poirier 1911, Pearson & Bell cités in Hrdlička 1937) s'opposent ceux qui y voient une origine mécanique (Houzé 1883 cité in Hrdlička 1937 ; Paul-Boncour 1900 ; Apostolakis 1931). Malgré son apparence, le troisième trochanter n'apparaît pas comme une insertion musculaire sur-développée en raison de sa présence préférentielle chez les fémurs faibles. L'existence variable d'un point épiphysaire spécifique a été discutée (Dixon 1896 ; Saunders 1978).

L'examen microscopique d'un troisième trochanter montrerait un « amincissement de la substance compacte, la substance spongieuse devenant plus dense et abondante » (Apostolakis 1931).

échantillons		N	+	%	Khi <sup>2</sup>
	Notre-Dame-du-Bourg	692	160	23,1%	*
Provence	St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	50	13	26,0%	NS
	La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	16	5		*
	La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	43	12	27,3%	NS
Européens pré-historiques	Paléolithiques (Houzé 1883 cité in Hrdlička 1937)	44	6	13,0%	NS
	Paléolithiques Cro-Magnon (Bello y Rodriguez 1909)	13	2		*
	Néolithiques de Belgique et France (Houzé 1887 cité in Hrdlička 1937)	110	42	38,2%	TS
	Néolithiques de France (Bello y Rodriguez 1909)	135	37	27,4%	NS
Européens historiques jusqu'au 18 <sup>e</sup> siècle	Gaulois (Bello y Rodriguez 1909)	78	2	2,6%	TS
	Mérovingiens (Houzé 1888 cité in Hrdlička 1937)	30	12	40,0%	S
	Swabiens et Alamans (Lehmann-Nitsche cité in Hrdlička 1937)	62	11	17,7%	NS
	Bajuvariens (Lehmann-Nitsche cité in Hrdlička 1937)	76	18	23,7%	NS
	Médiévaux du 7e siècle après J.-C. Collecchio, Parme (Brasili Gualandi & Calanchi 1989)	89	30	33,7%	S
	Médiévaux français (Bello y Rodriguez 1909)	181	3	1,7%	TS
Européens contemporains du 19 <sup>e</sup> au 20 <sup>e</sup> siècle	Alsaciens, fin 19e siècle (Waldeyer 1880 cité in Hrdlička 1937)	44	14	31,8%	*
	Suédois (Fürst 1881 cité in Hrdlička 1937)	238	69	29,0%	*
	Lapons (Fürst 1881 cité in Hrdlička 1937)	12	6		*
	Belges modernes (Houzé 1889 cité in Hrdlička 1937)	67	20	29,9%	NS
	Hongrois, divers (Von Török 1886 cité in Apostolakis 1931)	108	39	36,1%	S
	Européens (Costa 1890 cité in Hrdlička 1937)	102	31	30,4%	NS
	Français (Evangeli-Tramond 1894 cité in Hrdlička 1937)	120	22	18,3%	NS
	Allemands (Bumüller cité in Apostolakis 1931)	407	73	17,9%	S
	Genevois (Pittard 1902 cité in Hrdlička 1937)	191	64	33,5%	S
	Italiens (Zuccarelli 1904 cité in Hrdlička 1937)	123	29	23,6%	NS
	Londoniens modernes (Pearson & Bell 1919 cités in Hrdlička 1937)	810	425	52,5%	TS
	Grecs modernes (Apostolakis 1931)	124	35	28%	NS
Nord-Africains	Égyptiens prédynastiques de Naquada (Pearson 1919 cité in Hrdlička 1937)	810	337	41,6%	TS
	îles Canaries (Houzé 1890 cité in Hrdlička 1937)	16	9		*
	Berbères et Guanches (Bello y Rodriguez 1909)	94	2	2,1%	TS
Africains	Africains mélanodermes (Houzé 1892 cité in Hrdlička 1937)	18	2		*
	Africains (Costa 1892 cité in Hrdlička 1937)	12	4		*
Asiatiques	Japonais (Bello y Rodriguez 1909)	92	26	28,3%	NS
Inuits	Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	430	30	7,0%	TS
Amérindiens	Amérindiens du Tennessee (Dwight 1890 cité in Hrdlička 1937)	134	38	28,4%	NS
	Amérindiens des mounds du Kentucky (Dwight 1889)	74	6	8,1%	S
	Amérindiens sioux (Dwight 1889)	24	13	54,2%	TS
	Amérindiens (Costa 1894 cité in Hrdlička 1937)	14	9		*
	Fuégiens (Costa 1895 cité in Hrdlička 1937)	37	35	94,6%	TS
	Amérindiens du Pérou (Bello y Rodriguez 1909)	74	12	16,2%	NS
	Amérindiens Pueblo Pecos (Hooton 1930 cité in Hrdlička 1937)	558	108	19,4%	NS
	Amérindiens de l'Arkansas (Hrdlička 1909 cité in Hrdlička 1937)	41	15	36,6%	S
	Amérindiens de Louisiane (Hrdlička 1909 cité in Hrdlička 1937)	84	51	60,7%	TS
	Amérindiens de Libben, Ohio, 8e-10e siècle après J.-C. (Saunders 1978)	157	63	40,1%	TS
	Amérindiens de Mobridge, 18e siècle après J.-C. (Saunders 1978)	114	47	41,2%	TS
	Polynésiens (Bello y Rodriguez 1909)	38	1	2,6%	S
	Brésiliens de diverses origines (Penteado, Duarte <i>et al.</i> 1986)	256	19	7,4%	TS
<b>Total</b>		<b>7042</b>	<b>2007</b>	<b>28.5%</b>	<b>S</b>

tableau 118: comparaison de la prévalence de troisième trochanter entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

		N	Troisième trochanter	Khi <sup>2</sup>
Total		692	160 (23,1%)	
Côté	Droit	349	87 (24,9%)	NS
	Gauche	343	73 (21,3%)	
Sexe	Hommes	240	46 (19,2%)	S
	Femmes	187	60 (32,1%)	
Âge	Plus de 50 ans	124	12 (9,7%)	TS
	Moins de 50 ans	245	89 (36,3%)	
	Plus de 30 ans	226	34 (15,0%)	TS
	Moins de 30 ans	92	43 (46,7%)	
	15 à 25 ans	34	13 (38,2%)	S
	Plus de 25 ans	658	147 (22,3%)	
Période	3A	244	71 (29,1%)	S
	4	333	63 (18,9%)	
	Hommes 3A	99	23 (23,2%)	NS
	Femmes 3A	72	26 (36,1%)	
	Hommes 4	95	12 (12,6%)	S
	Femmes 4	94	28 (29,8%)	
	< 50 ans 3A	101	44 (43,6%)	S
	< 50 ans 4	90	26 (28,9%)	
	> 50 ans 3A	44	5 (11,4%)	*
	> 50 ans 4	58	6 (10,3%)	

tableau 119 : prévalence et épidémiologie du troisième trochanter à Notre-Dame-du-Bourg .

NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ )

Le troisième trochanter est retrouvé à Notre-Dame-du-Bourg sur environ un fémur sur quatre. Ce taux de prévalence n'est pas significativement différent avec de nombreuses autres études, notamment provençales. Les prévalences varient considérablement selon les études (entre 2,1% et 94,6%), y compris pour des populations aux origines proches. Nous n'avons donc pas jugé opportun de rassembler les échantillons en grands ensembles historico-géographiques.

Aucune différence de côté n'est retrouvée à Notre-Dame-du-Bourg (tableau 119), résultat comparable aux autres auteurs (Hrdlička 1937 ; Saunders 1978 ; Donlon 2000).

Le troisième trochanter est significativement plus fréquent chez les femmes à Notre-Dame-du-Bourg. Des auteurs ont noté cette même différence sexuelle (Apostolakis 1931 ;

Hrdlička 1937 ; Donlon 2000). Mais de nombreuses études ne montrent aucune différence significative entre les sexes (Apostolakis 1931, Von Török 1886 cité in Hrdlička 1937 ; Evangeli-Tramond 1894 cité in Hrdlička 1937 ; Finnegan 1978 ; Saunders 1978). Kate (1962 cité in Saunders 1978) retrouve plus de troisième trochanter chez des fémurs masculins d'un échantillon d'Indiens.

Les études concordent par contre sur l'effet de l'âge. Le troisième trochanter n'existe habituellement pas chez le fœtus et le nouveau-né, il apparaît dans l'enfance et sa prévalence est maximale durant l'adolescence. Les taux diminuent ensuite au cours de l'âge adulte et sont faibles chez le vieillard (Apostolakis 1931 ; Hrdlička 1937 ; Saunders 1978). Les prévalences retrouvées à Notre-Dame-du-Bourg confirment ce schéma d'évolution avec 46,7% de troisième trochanter dans les fémurs des moins de 30 ans et seulement 9,7% chez les plus de 50 ans. L'influence de l'âge est certainement une des raisons de la variabilité entre les échantillons différents.

Des différences ethniques existent peut-être mais elles sont difficiles à mettre en évidence à cause des multiples biais possibles que nous venons d'évoquer.

Reprenant les observations sur les liens entre troisième trochanter et faiblesse du fémur, nous avons étudié les tailles et l'indice de robustesse (périmètre minimum  $\times$  100 / longueur maximale) chez les fémurs possédants ou non un troisième trochanter, en séparant les populations masculines et féminines. Aucun lien significatif ni même tendance n'émerge de ces calculs, mais les échantillons testés sont assez peu nombreux (tableau 120).

	Hommes				Femmes			
	Longueur		Indice de robustesse		Longueur		Indice de robustesse	
	Sans troisième trochanter	Avec troisième trochanter	Sans troisième trochanter	Avec troisième trochanter	Sans troisième trochanter	Avec troisième trochanter	Sans troisième trochanter	Avec troisième trochanter
N	74	15	73	15	69	25	69	25
Moyenne	444,66	442	19,70	19,20	408,59	409,16	19,29	19,30
Écart-type	27,25	27,46	1,11	1,03	23,31	24,49	1,25	1,21
Test Student	NS		NS		NS		NS	
Maximum	502	490	22,76	20,74	472	472	22,46	22,07
Minimum	368	392	17,35	17,44	349	358	16,30	17,03

tableau 120: rapport entre taille et robustesse des fémurs et présence du troisième trochanter à Notre-Dame-du-Bourg. Le test statistique utilisé est le test de Student, NS indique que les deux échantillons comparés ne varient pas significativement

Les individus de la période « 3A » montrent significativement plus de troisième trochanter que ceux de la période « 4 ». Cette différence n'est pas due au vieillissement supérieur de l'échantillon de la période « 4 » puisque la différence s'observe de la même façon chez les moins de 50 ans. La différence est surtout notable chez les hommes dont le taux de troisième trochanter diminue presque de moitié entre les deux périodes. La différence entre les sexes est significative pour la période « 4 » mais non pour la période « 3A ».

La signification du troisième trochanter reste difficile à cerner. La grande variabilité inter-observateur rend les comparaisons malaisées entre les études. Aucune fourchette de taux « normal » ou « sans particularité » ne peut être retenue. Pourtant des variations réelles de taux existent, en particularité au sein des études d'un même observateur. La variabilité suivant les échantillons et l'absence d'un rapport constant entre les sexes semble exclure une origine génétique ou atavique. La variation diachronique observée à Notre-Dame-du-Bourg est plutôt en faveur d'une influence environnementale, sans qu'il puisse être proposé une étiologie précise.

Il apparaît clairement que le troisième trochanter ne peut être une production osseuse d'activité de type enthésopathique. La diminution de la prévalence avec l'âge évoque plutôt un remodelage osseux d'activité qui « noyerait » dans le fût diaphysaire le troisième trochanter préalablement existant. Pour confirmer cette hypothèse, il faudrait pouvoir suivre au cours de leur vie par imagerie médicale, des individus présentant un troisième trochanter dans leur jeunesse. En tout cas, la relation souvent retrouvée entre le troisième trochanter et la faible constitution de l'os n'apparaît pas dans l'échantillon dignois.

### 13- Fosse hypotrochantérique (= *Fossa hypotrochantérica*)

La fosse hypotrochantérique a été d'abord décrite et étudiée par Houzé en 1883. Il s'agit d'une « fosse longitudinale creusée parfois sur la face externe du fémur, immédiatement en dehors de la série de rugosités qui marque l'insertion du grand fessier » (Poirier 1911). Elle entretient donc des rapports étroits avec les autres formations glutéales : en dessous du troisième trochanter et juste derrière la crête glutéale qui forme d'ailleurs la paroi interne de la fosse hypotrochantérique (Bello y Rodriguez 1908). La fosse hypotrochantérique présente généralement un fond rugueux et irrégulier (photographie 36). Des formations équivalentes existent chez les grands singes et chez des hominins fossiles (Appleton 1922 ; Pickford, Senut *et al.* 2002).

Les rapports anatomiques avec les tissus fibro-musculaires ne sont pas parfaitement clarifiés. La plupart des auteurs y voit une variante d'insertion de certaines fibres du grand glutéal (Dwight 1889 ; Poirier 1911 ; Appleton 1922). Mais il s'agit pour d'autres de l'insertion du vaste latéral (Bumüller cité in Hrdlička 1934), ou d'un espace libre entre les insertions des muscles grand glutéal et vaste intermédiaire (Paul-Boncour 1900). Evangeli-Tramond (1894 cité in Hrdlička 1934) qui dissèque la zone, ne retrouve des fibres du grand glutéal que sur la crête glutéale et seulement quelques fibres du vaste latéral dans la fosse. Pour cet auteur, quand le grand glutéal n'est pas développé, la fosse reste bien définie, mais quand le grand glutéal est puissant, ses insertions envahissent la fosse et la font disparaître. Cette évolution proposée serait donc globalement analogue à la disparition du troisième trochanter précédemment évoquée.

La détermination de la présence ou non d'une fosse hypotrochantérique n'est pas aisée dans le cas de fosses faiblement creusées. Nous n'avons relevé que les formes bien définies. La variabilité intra-observateur que nous avons relevée est assez élevée à 9,8% (6 différences sur 61 diagnostics). Saunders (1978) la retrouve à 16%. Comme pour le troisième trochanter, la variabilité inter-observateur est sans doute plus élevée.

Malgré l'ancienneté de l'intérêt des chercheurs pour la fosse hypotrochantérique, son étiologie n'est pas clairement déterminée. Comme souvent, à une hypothèse atavique ou génétique (Houzé et Costa cités in Hrdlička 1934) s'oppose une hypothèse mécanique (Paul-Boncour 1900).

		N	Fosse hypotrochantérique	Khi <sup>2</sup>
Total		695	121 (17,4%)	
Côté	Droit	353	65 (18,4%)	NS
	Gauche	342	56 (16,4%)	
Sexe	Hommes	243	51 (20,10%)	NS
	Femmes	189	31 (16,4%)	
Âge	Plus de 50 ans	123	21 (17,1%)	NS
	Moins de 50 ans	251	58 (23,1%)	
	Plus de 30 ans	227	41 (18,1%)	TS
	Moins de 30 ans	92	34 (36,10%)	
	15 à 25 ans	34	13 (38,2%)	S
	Plus de 25 ans	661	108 (16,3%)	
Période	3A	245	54 (22,0%)	S
	4	334	45 (13,5%)	
Âge et période	Moins de 30 ans 3A	27	14 (51,9%)	S
	Plus de 30 ans 3A	86	18 (20,9%)	
	Moins de 30 ans 4	37	14 (37,8%)	S
	Plus de 30 ans 4	112	16 (14,3%)	

tableau 121 : prévalence et épidémiologie de la fosse hypotrochantérique à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La fosse hypotrochantérique est retrouvée dans 17,4% des fémurs étudiés à Notre-Dame-du-Bourg, soit moins que le taux de présence du troisième trochanter. Là aussi de grandes variations de prévalence s'observent entre les échantillons (de 5% à 100% !). Divers biais méthodologiques s'additionnent probablement (variabilité inter-observateur, effets de l'âge) et rendent délicates les comparaisons ethniques.

Hrdlička (1934) la retrouve un peu plus souvent à gauche qu'à droite, ce qui n'est pas le cas à Notre-Dame-du-Bourg.

Les fémurs masculins ont un peu plus de fosses hypotrochantériques que les féminins, mais cette différence n'est pas significative. La prédominance masculine est quelquefois retrouvée (significative dans 3 échantillons sur 12), plus rarement féminine (1 échantillon sur 12), mais le plus souvent (8 échantillons sur 12) la différence n'est pas significative entre les sexes (Hrdlička 1934 ; Saunders 1978).

Échantillons		N	+	%	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg		695	121	17,4%	
Provence	St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	50	25	54,0%	TS
	La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	16	13		*
	La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	43	35	81,4%	TS
Européens préhistoriques	Paléolithiques (Houzé 1886 cité in Hrdlička 1934)	44	35	79,5%	TS
	Néolithiques (Bello y Rodriguez 1909)	225	109	48,4%	TS
	Néolithiques de Belgique et France (Houzé 1887 cité in Hrdlička 1934)	110	48	44,0%	TS
Européens historiques jusqu'au 18e siècle	Mérovingiens (Houzé 1888 cité in Hrdlička 1934)	30	7	23,0%	NS
	Médiévaux français (Bello y Rodriguez 1909)	181	16	8,8%	S
	Médiévaux de Rothwell, Angleterre, 13e-15e siècle (Parsons 1914)	293	25	8,5%	TS
	Swabiens et Alamans (Lehmann-Nitsche cité in Hrdlička 1934)	62	23	37,1%	TS
	Allemands (Bumüller cité in Hrdlička 1934)	407	200	49,1%	TS
Européens du 19e au 20e siècle et États-Uniens leucodermes	Belges modernes (Houzé 1889 cité in Hrdlička 1934)	67	7	10,0%	NS
	Européens (Costa 1890 cité in Hrdlička 1934)	102	30	29,4%	S
	États-Uniens leucodermes modernes (Hrdlička 1934)	1000	270	27,0%	TS
	Hongrois, divers (Von Török 1886 cité in Hrdlička 1934)	108	25	23,1%	NS
	Français (Evangeli-Tramond 1894 cité in Hrdlička 1934)	120	51	42,5%	TS
	Londoniens modernes (Pearson & Bell 1919 cité in Hrdlička 1934)	810	275	34,0%	TS
Nord-Africains	Égyptiens prédynastiques, Naquada (Pearson 1919 cité in Hrdlička 1934)	810	213	26,3%	TS
	Égyptiens anciens, pyramide de Lisht, 2000 avant J.-C. (Hrdlička 1934)	200	70	35,0%	TS
	Îles Canaries (Houzé 1890 cité in Hrdlička 1934)	16	3		*
	Berbères et Guanches (Bello y Rodriguez 1909)	94	86	91,5%	TS
Afrique Sub-Saharienne	Africains mélanodermes (Houzé 1892 cité in Hrdlička 1934)	18	1		*
	Africains (Costa 1892 cité in Hrdlička 1934)	12	6		*
	Africains mélanodermes (Bertaux cité in Hrdlička 1934)	34	3	8,8%	NS
Afro-américains	États-Uniens mélanodermes modernes (Hrdlička 1934)	100	28	28,0%	S
Asiatiques	Indiens (Bello y Rodriguez 1909)	18	3		*
	Japonais (Bello y Rodriguez 1909)	92	5	5,4%	S
	Asiatiques (Houzé 1891 cité in Hrdlička 1934)	11	2		*
	Chinois modernes (Hrdlička 1934)	152	33	21,7%	NS
Inuits	Inuits kodiaks (Hrdlička 1934)	154	45	29,2%	TS
	Inuits (Hrdlička 1934)	718	300	41,8%	TS
	Inuits des îles Aléoutiennes (Hrdlička 1934)	137	74	54,0%	TS
	Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et (Saunders 1978)	438	127	29,0%	TS
Amérindiens	Amérindiens péruviens précolombiens (Hrdlička 1934)	868	210	24,2%	S
	Amérindiens de Libben, 8e-10e siècle après J.-C. (Saunders 1978)	160	50	31,3%	TS
	Amérindiens de Mobridge, 18e siècle après J.-C. (Saunders 1978)	115	9	7,8%	S
	Amérindiens (Costa 1894 cité in Hrdlička 1934)	14	11		*
	Fuégiens (Costa 1895 cité in Hrdlička 1934)	37	37	100,0%	TS
	Fuégiens (Hyades & Deniker cité in Hrdlička 1934)	29	13	44,8%	TS
	Amérindiens précolombiens (Hrdlička 1934)	3890	1323	34,0%	TS
	Amérindiens du Pérou (Bello y Rodriguez 1909)	74	10	13,5%	NS
	Malais (Bello y Rodriguez 1909)	118	62	63%	TS
	Brésiliens de diverses origines (Penteadó, Duarte <i>et al.</i> 1986)	256	49	19,1%	NS
<b>TOTAL</b>		<b>12869</b>	<b>4040</b>	<b>31,6%</b>	<b>TS</b>

tableau 122: comparaison de la prévalence de troisième trochanter entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.



Comme pour le troisième trochanter, c'est l'âge qui est le facteur le plus influent dans la répartition épidémiologique. La prévalence de la fosse hypotrochantérique diminue de plus de la moitié entre les individus morts avant 30 ans et ceux morts après 50 ans (variation très significative au  $\chi^2$ ,  $p=0,0009$ ). Dans leurs échantillons, Hrdlička (1934) et Saunders (1978) retrouvent aussi une diminution significative avec l'avancée en âge. Disséquant des fœtus, Hrdlička (1934) voit apparaître la fosse hypotrochantérique dès le 5<sup>e</sup> mois de vie embryonnaire. La proportion est cependant assez faible à la naissance pour augmenter rapidement entre 6 et 18 ans où plus de la moitié des fémurs étudiés par Saunders (1978) ont une fosse hypotrochantérique. L'adolescence est la période où les fosses hypotrochantériques sont les plus nombreuses, leur présence diminue ensuite régulièrement. Hrdlička (1934) qui compare 618 fémurs d'adolescents à 6776 fémurs d'adultes de 6 échantillons différents trouve une diminution de prévalence de 45,9% à 31,7% (différence hautement significative au  $\chi^2$ ,  $p=5,2.10^{-13}$ ). Cette influence primordiale de l'âge doit inciter à la prudence dans les comparaisons avec des échantillons d'âges inconnus.

La prévalence de la fosse hypotrochantérique entre les deux périodes principales de Notre-Dame-du-Bourg baisse de façon significative. La baisse concerne autant les individus jeunes que les plus âgés.

L'épidémiologie de la fosse hypotrochantérique possède des similitudes fortes avec celle du troisième trochanter. Dans les deux cas, la prévalence est plus élevée à l'adolescence puis diminue fortement avec l'avancée en âge. La diminution de leur prévalence est significative entre les périodes « 3A » et « 4 », seul leur lien avec le sexe diverge.

Comme pour le troisième trochanter, l'atavisme ou la génétique ne peuvent expliquer entièrement l'épidémiologie. Hrdlička (1934) propose qu'une « déposition osseuse » se produisant au fil des ans a tendance à faire disparaître la fosse hypotrochantérique.

La fosse hypotrochantérique, comme le troisième trochanter, seraient donc des formations immatures ou de jeunesse. Leur apparition dans l'enfance ou l'adolescence est peut-être sous influence génétique ou épigénétique. Ces deux structures pourraient ensuite disparaître sous les remaniements osseux successifs ostéoblastiques durant l'existence. L'activité (remodelage des os), l'environnement (alimentation) ou le métabolisme (hormones) pourraient intervenir.

La fosse hypotrochantérique possède des analogies structurelles et épidémiologiques avec les « fosses enthésopathiques » comme Mafart (1996) l'a remarqué. Une discussion commune leur sera consacrée (page 244).

#### 14- Crête glutéale (= *gluteal ridge* = *crista tronchanterica*)

La crête glutéale a été la moins étudiée des trois formations de la région glutéale. Elle est définie par une « crête rugueuse correspondant à l'exagération de l'aspect de la lèvre externe de la ligne âpre du fémur » (Apostolakis 1931). Cette définition rend compte de la difficulté du recueil : la ligne âpre étant déjà une crête rugueuse, son « exagération » sera évaluée de façon très subjective (photographie 37). La variabilité intra-observateur a été calculé à 23%, score médiocre qui reflète une définition peu claire et rend délicate une analyse comparative. La crête glutéale entretient des liens étroits avec le troisième trochanter qui est en fait un tubercule osseux se développant dans sa partie supérieure. Elle est également liée à la fosse hypotrochantérique puisqu'elle forme son pilier interne. La crête glutéale sert d'insertion à des fibres musculaire du grand glutéal (Dwight 1889 ; Appleton 1922).

		N	Crête glutéale	Khi <sup>2</sup>
Total		695	287 (41,3%)	
Côté	Droit	351	154 (43,9%)	NS
	Gauche	344	133 (38,7%)	
Sexe	Hommes	244	94 (38,5%)	NS
	Femmes	188	79 (42,0%)	
Âge	Plus de 50 ans	124	67 (54,0%)	TS
	Moins de 50 ans	249	70 (28,1%)	
	Plus de 30 ans	229	122 (53,3%)	TS
	Moins de 30 ans	92	11 (11,10%)	
	15 à 25 ans	34	1 (2,9%)	TS
	Plus de 25 ans	661	286 (43,3%)	
Période	3A	246	83 (33,7%)	TS
	4	333	160 (48,0%)	
Période et sexe	Hommes 3A	101	26 (25,7%)	TS
	Hommes 4	96	47 (48,10%)	
	Femmes 3A	72	30 (41,7%)	NS
	Femmes 4	95	43 (45,3%)	
	Hommes 3A	101	26 (25,7%)	S
	Femmes 3A	72	30 (41,7%)	
	Hommes 4	96	47 (48,10%)	NS
	Femmes 4	95	43 (45,3%)	
Période et âge	<50 ans 3A	102	23 (22,5%)	S
	<50 ans 4	92	33 (35,9%)	

tableau 123 : prévalence et épidémiologie de la crête glutéale du fémur à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ )

Échantillons	N	Crête glutéale	Chi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg	695	287	41,3%
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	50	49	98,0% TS
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	16	16	100% TS
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	43	40	93% TS
Hongrois, divers (Von Török 1886 cité in Hrdlička 1934)	108	44	40,7% NS
Européens (Costa 1890 cité in Hrdlička 1934)	102	34	33,3% NS
Africains (Costa 1890 cité in Hrdlička 1934)	12	3	*
Amérindiens (Costa 1890 cité in Hrdlička 1934)	14	5	NS
Fuégiens (Costa 1890 cité in Hrdlička 1934)	37	35	94,6% TS

tableau 124: comparaison de la prévalence de crête glutéale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La prévalence relevée à Notre-Dame-du-Bourg est très importante mais comparable à d'autres études (tableau 124). La crête glutéale est présente de façon quasi-constante dans quatre échantillons. Les problèmes de reproductibilité ne peuvent expliquer totalement ces changements puisqu'un même auteur retrouve des taux entre 25% et 94,6%.

L'épidémiologie de la crête glutéale à Notre-Dame-du-Bourg est très différente du troisième trochanter et de la fosse hypotrochantérique.

Aucune différence entre les côtés ni entre les sexes n'est relevée.

Une importante variation selon l'âge est observée mais inverse de celles des deux formations voisines. La crête glutéale, presque inexistante chez les adultes jeunes, atteint plus de la moitié des fémurs des individus morts après l'âge de 50 ans.

Les individus de la période « 4 » ont plus de crêtes glutéales. Cette différence n'est pas due au vieillissement supérieur de l'échantillon de la période « 4 » puisque la différence s'observe de la même façon chez les moins de 50 ans. Ce sont exclusivement les hommes qui voient leur taux augmenter entre les deux périodes. Plus précisément, les hommes de la période « 3A » ont un taux de crête glutéale nettement plus bas (25,7%) que leurs contemporaines. Leurs successeurs possèdent un taux stable entre 40% et 48%.

Par son origine anatomique et par son augmentation lors du vieillissement, la crête glutéale évoque fortement une enthésopathie classique du grand glutéal. Le taux particulièrement bas des hommes de la période « 3A » doit être discuté. Dans une hypothèse strictement mécaniste, il faut conclure en une variation significative de l'activité masculine entre les deux périodes. La prévalence élevée chez les femmes serait le signe d'une activité intense des membres inférieurs. Mais ces hypothèses doivent être tempérées par l'importante

variabilité intra-observateur du signe et par la prudence à l'emploi des enthésopathies comme marqueurs d'activité.

### 15- **Patella** (*patella partita* et encoche du vaste latéral)

La portion supéro-externe de la patella peut être le siège de deux variations anatomiques distinctes, autrefois confondues : la *patella partita* et l'encoche du vaste latéral.

Dans quelques cas en effet, la patella peut être séparée en deux, *patella bipartita*, (Gruber 1883) ou plusieurs éléments osseux : *patella tripartita* (Wright 1904) et *multipartita*, unis par un tissu fibro-cartilagineux. Nous réunirons toutes ces formes sous le vocable unique de *patella partita*.

La patella est habituellement formée à partir d'un seul point d'ossification. Plus rarement, un ou plusieurs points d'ossification accessoires se forment. L'absence de fusion de ces points est à l'origine de la formation de la *patella partita* (Paturet 1951 ; Green 1975). Plusieurs types sont décrits mais les formes sont très variées. Il est pratique de distinguer la forme supéro-externe majoritaire (environ 75%) et toutes les autres formes (Brunelli 1953 ; Green 1975). L'adolescence est le moment de formation de la *patella partita*. Plusieurs points d'ossification sont observés chez 15% des patellas en phase de croissance osseuse. Une fusion peut ou non être réalisée par la suite. La *patella partita* est bilatérale dans 43% des cas, et serait plus fréquente chez l'homme (dans un rapport de 9 hommes pour 1 femme d'après Green 1975).

De nombreuses étiologies ont été proposées (Brunelli 1953 en cite dix). Deux sont surtout discutées : étiologie congénitale pure correspondant à la non-fusion spontanée des noyaux d'ossification et étiologie mécanique par la traction excessive du muscle vaste latéral sur une patella en voie de fusion. Cette dernière étiologie intègre des traumatismes, des micro-traumatismes répétés et des tensions excessives à l'adolescence (Soren & Waugh 1994). L'étiologie la plus souvent admise intègre ces deux origines : une multiplicité des points d'ossification de la patella est une condition congénitale nécessaire à partir de laquelle une action mécanique va pouvoir pérenniser la non-fusion des noyaux (Todd & McCally 1921 ; George 1935 ; Scapinelli & Capasso 2000).

Souvent asymptomatique, la *patella bipartita* peut être parfois douloureuse (surtout en vieillissant) et justifier une intervention chirurgicale.

L'insertion du vaste latéral sur la patella peut aussi être le siège d'une formation à type d'encoche. Cette formation a été décrite sous de nombreux vocables : « *vaste notch* » (Saunders 1978), « *emargination of the patella* » (Kempson 1902), « *Messeri's patella* »

(Capasso, Kennedy *et al.* 1999). Nous franciserons ces termes en « encoche du vaste latéral ». Elle a été longtemps confondue avec la *patella bipartita* supéro-externe (Kempson 1902 ; Wright 1904 ; Oetteking 1922). L'aspect des deux formations est pourtant bien différent :

La *patella bipartita* est par définition caractérisée par l'existence d'un ossicule. Si ce dernier n'est pas retrouvé, la zone de contact avec l'os s'ossicule est une ankylose réalisant un aspect épais, rugueux, avec fréquemment un bourrelet cicatriciel périphérique entourant une zone centrale évoquant l'os spongieux (photographie 38). Il est possible de retrouver l'os s'ossicule secondairement fusionné à la patella.

L'encoche du vaste latéral réalise à la partie supéro-externe de la patella une encoche arrondie, avec fréquemment un angle pointu en position inférieure. Elle correspond à l'insertion du muscle vaste latéral sur la patella. Il s'agit toujours d'os cortical, lisse, arrondi et fin, sans aspect cicatriciel (photographie 39).

Les deux conditions peuvent d'ailleurs exister indépendamment l'une de l'autre sur la même patella comme le montre la figure 8.

Ces deux signes posent quelques problèmes de diagnostic. Dans certains cas, il arrive que la distinction soit difficile entre une *patella bipartita* et une encoche du vaste latéral, toutes situées souvent dans la même zone. Les encoches du vaste latéral peuvent aussi avoir une expression discrète rendant difficile la frontière entre la présence ou l'absence du signe. Mafart (1984) relève les formes « minimales » et « nettes ». La comparaison peut être difficile avec d'autres auteurs ne précisant les critères diagnostics. Comme pour les autres signes de notre étude, nous n'avons relevé que les formes « nettes ».

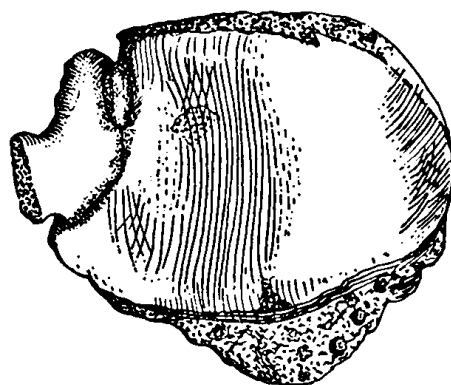


Figure 8 : association d'une *patella bipartita* et d'une encoche du vaste latéral (d'après Oetteking 1922)

Il a été retrouvé à Notre-Dame-du-Bourg 7 individus possédant au total 9 *patella partita*. Pour 4 seulement de ces 7 individus les deux patellas ont été retrouvées, la moitié avait un

aspect de *patella partita* bilatéral (2 sur 4 individus). Dans un cas, l'ossicule a été retrouvé soudé au corps principal de la patella.

		N	<i>Patella partita</i>
Total		356	9 (2,5%)
Côté	Droit	176	5 (2,8%)
	Gauche	180	4 (2,2%)
Sexe	Hommes	140	5 (3,6%)
	Femmes	87	2 (2,3%)
Âge	Plus de 50 ans	55	3 (5,5%)
	Moins de 50 ans	133	4 (3,0%)
	Plus de 30 ans	119	4 (3,4%)
	Moins de 30 ans	43	2 (4,7%)
Période	3A	125	2 (1,6%)
	4	162	7 (4,3%)

tableau 125 : prévalence et épidémiologie de la *patella partita* à Notre-Dame-du-Bourg.

	N	<i>patella partita</i>		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	356	9	2,5%	
Pompéiens victimes de l'éruption du Vésuve en 79 après J.-C. (Scapinelli & Capasso 2000)	194	4	2,1%	NS
Italiens 20 <sup>e</sup> siècle sur radiographies (Brunelli 1953)	600	10	1,7%	NS
États-Uniens, 20 <sup>e</sup> siècle (Todd & McCally 1921)	682	20	3%	NS
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	313	20	6,4%	S
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	100	0	0%	*
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	89	0	0%	*
Brésiens de diverses origines (Penteado, Duarte <i>et al.</i> 1986)	154	0	0%	*

tableau 126: comparaison de la prévalence de *patella partita* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ),

\*signifie une impossibilité de calcul du test.

		N	encoche du vaste latéral		Chi <sup>2</sup>
Total		358	88 (24,6%)		
Côté	Droit	177	45 (25,4%)		NS
	Gauche	181	43 (23,8%)		
Sexe	Hommes	140	34 (24,3%)		NS
	Femmes	87	17 (19,5%)		
Âge	Plus de 50 ans	55	7 (12,7%)		NS
	Moins de 50 ans	133	33 (24,8%)		
	Plus de 30 ans	119	16 (13,4%)		NS
	Moins de 30 ans	43	10 (23,3%)		
Période	3A	125	40 (32,0%)		S
	4	164	34 (20,7%)		
Période et sexe	Hommes 3A	57	20 (35,1%)		S
	Hommes 4	54	8 (14,8%)		
	Femmes 3A	33	9 (27,3%)		NS
	Femmes 4	43	8 (18,6%)		

tableau 127 : prévalence et épidémiologie de l'encoche du vaste latéral. NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

	N	Formes séparées		Chi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	358	88	24,6%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) formes « nettes »	73	29	39,7%	S
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) formes « nettes »	23	8		NS
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) formes « nettes »	9	1		*
La Carada-Grenade, Espagne, 2800 à 2300 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	93	11	11,8%	S
Culture Argar-Grenade, Espagne, 1700-1200 avant J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	89	35	39,3%	S
Pompéiens victimes de l'éruption du Vésuve en 79 après J.-C. (Scapinelli & Capasso 2000)	194	15	7,7%	TS
Villanueva de Soportilla-Burgos, Espagne, 850 à 1100 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	36	12	33,3%	NS
La Torrecilla-Grenade, Espagne, 900 à 1300 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	45	8	17,8%	NS
Nécropole de Canac (Aveyron), 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Crubézy 1988)	16	11		*
San Baudelio de Berlanga-Soria, Espagne, 1100 à 1200 après J.-C. (al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil <i>et al.</i> 2004)	11	7		*
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	313	109	34,8%	S
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	100	13	13,0%	S
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	89	45	50,6%	TS
Brésiliens de diverses origines (Penteado, Duarte <i>et al.</i> 1986)	154	53	34,4%	S

tableau 128: comparaison de la prévalence de l'encoche du vaste latéral entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La *patella partita* est une malformation rare, dont la prévalence n'excède pas 7 % dans les diverses études. Sa faible présence à Notre-Dame-du-Bourg ne permet pas de mettre en évidence des groupes de populations particulièrement exposés. La malformation est fréquemment bilatérale. Sa signification serait la conjonction d'une anomalie congénitale de formation de la patella avec des facteurs mécaniques empêchant la fusion des points d'ossification (Scapinelli & Capasso 2000).

Morimoto (1975, cité in Saunders 1978) évoque une possible diminution de la fréquence de la *patella partita* de la préhistoire à nos jours en faisant intervenir des facteurs nutritionnels. Il faudrait, pour asseoir cette remarque, disposer d'une vaste étude diachronique comparative.

Sa rareté et son étiologie possiblement mixte font de la *patella partita* une malformation anatomique singulière mais dont l'interprétation nous apparaît sans grand intérêt pour la connaissance des populations. C'est aussi la conclusion de Saunders (1978). Seule une prévalence élevée dans un échantillon (supérieure à 10% par exemple) devrait faire l'objet d'une recherche étiologique particulière.

L'**encoche du vaste latéral** (= *patella emarginata* = *patella incisa*) est une variation anatomique beaucoup plus fréquente que la *patella partita*, elle est même largement majoritaire dans certains échantillons.

En temps que modification d'une zone d'insertion tendino-osseuse, l'encoche du vaste latéral peut être assimilée à une enthésopathie. Messeri (1958) attribue l'encoche du vaste latéral à une sur-utilisation du vaste latéral. Il la retrouve plus fréquente aux temps néolithiques, et évoque son rapport possible avec une activité d'accroupissement. Capasso, Kennedy *et al.* (1999) et al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004) la considèrent comme un marqueur osseux d'activité. Scapinelli & Capasso (2000) évoquent comme étiologie un défaut de vascularisation de cette zone d'ossification, peut-être sous l'influence de facteurs mécaniques.

À Notre-Dame-du-Bourg, un quart environ des patellas présentent une encoche. Il n'y a pas d'atteinte préférentielle sur un côté ou un sexe. En revanche, l'encoche du vaste latéral est significativement moins présente dans la période « 4 » que dans la période « 3A ». Dans le détail, cette diminution concerne surtout les hommes chez qui le taux de prévalence baisse de moitié. Une modification purement génétique est donc à exclure. Cette variation évoque une modification masculine de l'activité des membres inférieurs entre les deux périodes.



Comme seule la fréquence de l'encoche chez les hommes est modifiée, le changement concerne probablement l'activité professionnelle et non la façon de s'asseoir qui aurait concerné les deux sexes.

La prévalence de l'encoche du vaste latéral est très variable selon les études, de 12% à 68%. L'hypothèse d'un marqueur d'activité est ainsi confortée pour des populations aux modes de vie très variées. Mais il ne faut pas sous-estimer la variabilité inter-observateurs. Il ne semble pas y avoir une évolution linéaire au cours du temps mais des variations importantes selon les populations.

## 16- Tubercule de Gerdy

Le tubercule de Gerdy est une saillie irrégulière située sur le versant antérieur de la condyle latéral du tibia (Paturet 1951). C'est le lieu d'insertion du tractus iliotibial (ou bandelette de Maissiat), portion inférieure du muscle tenseur du *fascia lata* (*M. tensor fasciae latae*). Ce muscle maintient la tête du fémur dans la cavité cotyloïde et participe à l'équilibre en position debout, il est aussi plus faiblement rotateur externe du membre inférieur et fléchisseur du bassin.

Certaines formes possèdent un développement ou une insertion particulièrement marqués (photographie 40). Mais dans la plupart des cas, il est difficile de séparer les différentes formes car il existe un *continuum* d'aspect entre l'absence de relief et une forme très marquée.

Nous avons cherché à relever les formes marquées et bien visibles. Mais la très importante variabilité intra-observateur reflète la difficulté diagnostique : 59,1% de variabilité soit 26 diagnostics différents sur 44 mesures. Avec une telle variabilité, il nous semble illusoire d'utiliser un tel caractère, ni au sein d'une même étude, ni à plus forte raison pour des comparaisons entre études différentes (la variabilité inter-observateur doit être encore supérieure).

Nous avons choisi de présenter tout de même les prévalences retrouvées, mais nous ne ferons aucun commentaire épidémiologique ou étiologique (tableau 129).

		N	Tubercule de Gerdy	Khi <sup>2</sup>
Total		629	356 (56,6%)	
Côté	Droit	319	178 (55,8%)	NS
	Gauche	310	178 (57,4%)	
Sexe	Hommes	221	118 (53,4%)	NS
	Femmes	163	96 (58,9%)	
Âge	Plus de 50 ans	104	39 (37,5%)	TS
	Moins de 50 ans	212	137 (64,6%)	
	Plus de 30 ans	219	108 (49,3%)	S
	Moins de 30 ans	69	49 (71,0%)	
Période	15 à 25 ans	25	18 (72,0%)	NS
	Plus de 25 ans	604	338 (55,10%)	
Période	3A	209	152 (72,7%)	TS
	4	316	139 (43,10%)	
Période et âge	Moins de 30 ans 3A	20	18	*
	Plus de 50 ans 3A	23	15	
	Moins de 30 ans 4	22	12 (54,4%)	S
	Plus de 50 ans 4	58	11 (19%)	

tableau 129 : prévalence et épidémiologie du tubercule de Gerdy. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Échantillons	N	Gerdy	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	629	356 56,6%	
St-Victor Marseille, 4 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	55	11 20,0%	TS
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	25	14	NS
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	8	3	*

tableau 130: comparaison de la prévalence de tubercule de Gerdy entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ ), \*signifie une impossibilité de calcul.

### 17- Os trigone du talus (= talus surnuméraire = talus accessoire = *talus accessorius*)

L'os trigone est situé à la face postérieure du talus, il fut découvert dès 1804 par Rosenmuller (Mouchet & Moutier 1925).

La partie postérieure du talus peut prendre plusieurs aspects : Elle peut être lisse, formant une tubérosité (plus ou moins grande), une apophyse, ou enfin un osselet qui peut être libre ou soudé (c'est l'os trigone). Cette fusion possible de l'osselet est source de confusions. Certains auteurs retiennent la présence de l'os trigone soudé sur une zone de soudure nette,

d'autres sur une forme anormalement développée de l'apophyse postérieure (Laquerrière 1933). Les taux de fréquence varient considérablement selon ces définitions.

Nous avons choisi de relever séparément les formes séparées et soudées.

Pour une étude comme la nôtre sur matériel archéologique et sans avoir participé à la fouille, retrouver l'ossicule parmi les restes osseux est une gageure. Nous diagnostiquerons donc l'os trigone séparé sur son empreinte visible à la face postérieure du col principal du talus (Finnegan 1978 ; Saunders 1978). La plupart du temps, l'os trigone séparé est relié à le talus par un tissu fibro-cartilagineux (Sewell 1904). Sa trace est bien visible sur os sec par un aspect d'os spongieux, aisément différentiable de l'os cortical lisse (photographie 41). Il existe quelques cas où l'os trigone est relié à le talus par une véritable formation synoviale, la partie postérieure du talus étant alors parfaitement lisse (Thomson 1891 ; Sewell 1904). Le diagnostic d'os trigone uniquement sur l'examen du talus est alors malaisé et peut constituer quelques faux-négatifs dans notre étude. En cas d'os trigone soudé, nous ne retiendrons que les formes où la soudure à type de bourrelet cicatriciel est nettement visible, en excluant les autres formes.

Le mode de formation et la signification de l'os trigone ont été longuement discutés (Sheperd 1882 ; Turner 1882 ; Sheperd 1886 ; Sutton 1886 ; Turner 1886 ; Moulin 1901 ; Sewell 1904 ; Laquerrière 1933 ; Kohler 1936 ; Paturet 1951 ; Mc Dougall 1955). Certaines données sont maintenant bien établies. Un point d'ossification postérieur du talus (quasi-constant) apparaît entre 7 et 14 ans. Il peut produire un ossicule osseux qui fusionne avec le talus, habituellement en un an. Dans quelques cas, l'ossicule ne fusionne pas, et forme alors un os trigone primitif. Aucune étiologie satisfaisante n'a été proposée pour expliquer cette absence de fusion. Divers facteurs pourraient intervenir pendant cette période de croissance comme des facteurs nutritionnels ou des traumatismes. Dans certains cas, l'os trigone soudé ou l'apophyse postérieure du talus peuvent subir une fracturation secondaire. Les mécanismes en sont soit une fracture de fatigue d'hypersollicitation, soit un traumatisme aigu. Il se forme alors un os trigone secondaire, qu'il est désormais impossible en pratique de distinguer d'un primitif. Certains mouvements comme l'hyperflexion plantaire répétée pourraient favoriser une telle formation (Sewell 1904 ; Paturet 1951 ; Mc Dougall 1955 ; Grogan, Walling *et al.* 1990 ; Wredmark, Carlstedt *et al.* 1991).

La fracture secondaire a d'abord été l'étiologie retenue (Sheperd 1882 ; Moulin 1901) avant que la découverte du point d'ossification postérieur du talus amène la plupart des auteurs (dont Sheperd lui-même en 1886) à contester l'existence de telles fractures (Sheperd 1886 ; Mouchet & Moutier 1925). Plus tard, des cas suivis radiologiquement ont prouvé

l'existence des fractures de l'apophyse postérieure, de même que la fusion secondaire après immobilisation de la cheville d'un os trigone auparavant séparé (Mc Dougall 1955). Des modifications à tous les âges peuvent donc survenir. Kohler (1936) remarque que « l'apophyse postérieure se fracture facilement chez les personnes de plus de 40 ans » et que la fréquence de l'os trigone « augmente incontestablement avec l'âge ». Le mécanisme le plus fréquent en est probablement une fracture de fatigue (Mc Dougall 1955 ; Grogan, Walling *et al.* 1990).

L'os trigone peut être douloureux, il est fréquemment symptomatique chez les sportifs et danseurs pratiquant des hyperflexions plantaires répétées (Mc Dougall 1955 ; Wredmark, Carlstedt *et al.* 1991).

À Notre-Dame-du-Bourg, sur 265 individus dont les deux talus ont été conservés, 29 présentaient un os trigone (soudé ou séparé) unilatéral (10,9%) et 11 un os trigone bilatéral (4,1%).

Il n'a pas été calculé de variabilité intra-observateur.

		N	Os soudé			Os détaché			Tout os trigone		
			+	%	khi <sup>2</sup>	+	%	khi <sup>2</sup>	+	%	khi <sup>2</sup>
Total		616	31 (5,0%)		27 (4,4%)		58 (9,4%)				
Côté	Droit	313	10 (3,2%)	S	12 (3,8%)	NS	22 (7,0%)	S			
	Gauche	303	21 (6,9%)		15 (4,10%)		36 (11,9%)				
Sexe	Hommes	201	11 (5,5%)	NS	4 (1,10%)	S	15 (7,5%)	NS			
	Femmes	148	7 (4,7%)		10 (6,8%)		17 (11,5%)				
Âge	Plus de 50 ans	98	7 (7,1%)	*	2 (2,0%)	*	9 (9,2%)	NS			
	Moins de 50 ans	189	5 (2,6%)		6 (3,2%)		11 (5,8%)				
	Plus de 30 ans	188	15 (7,10%)	*	10 (5,3%)	*	25 (13,3%)	S			
	Moins de 30 ans	58	1 (1,7%)		1 (1,7%)		2 (3,4%)				
Période	3A	228	7 (3,1%)	S	7 (3,1%)	NS	14 (6,1%)	S			
	4	276	20 (7,2%)		15 (5,4%)		35 (12,7%)				

tableau 131 : prévalence et épidémiologie de l'os trigone du talus à Notre-Dame-du-Bourg.

Le test statistique utilisé est le khi<sup>2</sup>, NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La prévalence des os trigones que nous avons relevée se répartit à peu près également en formes soudées et séparées. Les formes soudées que nous avons relevées montrent par définition une zone nette de cicatrisation. Certaines d'entre-elles doivent sans doute correspondre à des fractures consolidées secondairement. Ces remaniements sont habituels dans les fractures de fatigue comme par exemple dans la spondylolyse (voir page 229).

Les os trigones soudés sont retrouvés significativement plus souvent à gauche qu'à droite dans l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg ( $p=0,034$ ). Aucune autre étude ne montre de côté préférentiel pour l'apparition d'un os trigone (Finnegan 1978 ; Saunders 1978). Nous n'avons pas d'explication à cette constatation. Peut-être faut-il interpréter cette différence statistique comme la part d'erreur consentie par le test (ici 3,4%) ?

Comme le constate Kohler (1936), les os trigones sont plus fréquents chez les plus âgés. Cette augmentation concerne autant les os soudés que séparés. Le mécanisme de la fracture de fatigue explique aisément cette augmentation avec l'âge.

Les femmes ont significativement plus d'os trigones séparés que les hommes, alors qu'elles ont autant d'os trigones soudés. Il faut donc sans doute ici privilégier l'étiologie des os trigones secondaires et donc des fractures de fatigue.

Les os trigones, soudés ou non, sont plus fréquents dans la période « 4 » que dans la période « 3A ». Là encore, des modifications d'activité sont probablement en cause. Il est possible que les positions en hyperflexion plantaire soient plus pratiquées dans la période la plus récente, en particulier par les femmes.

Échantillons	N	Os trigone		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, tous os trigones, soudés et séparés (1)	616	58	9,4%	
Notre-Dame-du-Bourg, os trigones séparés (2)	616	27	4,4%	
Notre-Dame-du-Bourg, os trigones soudés (3)	616	31	5%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) tous	78	2	2,6%	S <sup>1</sup>
La Gayole 5e-7e siècle après J.-C. (Mafart 1984) tous	10	0		* <sup>1</sup>
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984) tous	29	2		* <sup>1</sup>
Britanniques fin 19 <sup>e</sup> siècle, dissection (Thomson 1891) séparés	438	12	2,7%	NS <sup>2</sup>
Européens modernes (Stieda cité in Sewell 1904) tous	305	18	5,9%	NS <sup>1</sup>
Européens modernes (Pfitzner cité in Sewell 1904) séparés	841	51	6,1%	NS <sup>2</sup>
Européens modernes (Thomson cité in Sewell 1904) séparés	438	18	4,1%	NS <sup>2</sup>
États-Uniens début 20 <sup>e</sup> (Mann & Owsley 1990 résumé) séparé			1,7%	
Européens modernes, radiographies (Bizarro 1921) tous	100	7	7,0%	NS <sup>1</sup>
Leucodermes brésiliens (Lima 1930) séparés	254	12	8%	NS <sup>2</sup>
États-Uniens début 20 <sup>e</sup> , sur radiographies (Burman & Lapidus 1931) séparés	1000	64	6,4%	NS <sup>2</sup>
États-Uniens début 20 <sup>e</sup> , sur radiographies (Burman & Lapidus 1931) soudés	1000	429	42,9%	TS <sup>3</sup>
Égyptiens antiques (Sewell 1904) trigones soudés et séparés	1006	110	10,9%	NS <sup>1</sup>
Mélanodermes brésiliens (Lima 1930) séparés	61	4	6,6%	* <sup>2</sup>
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978) tous	359	18	5,0%	S <sup>1</sup>
Amérindiens et Inuits préhistoriques (Mann & Owsley 1990 résumé) séparés	513	0	0,0%	TS <sup>2</sup>
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	137	2	1,5%	S <sup>1</sup>
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	101	8	7,9%	NS <sup>1</sup>
Divers origines (Volkov 1904) soudés	86	26	30,2%	TS <sup>3</sup>
Mulâtres brésiliens (Lima 1930) séparés	52	2	3,8%	* <sup>2</sup>
Brésiliens de diverses origines (Penteado, Duarte <i>et al.</i> 1986) tous	132	7	5,3%	NS <sup>1</sup>

tableau 132: comparaison de la prévalence d'os trigone entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. Le test statistique utilisé est le khi<sup>2</sup>, NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La prévalence des os trigones séparés est assez stable dans les diverses études disponibles, autour de 5%. Avec 4,4% la prévalence de l'os trigone à Notre-Dame-du-Bourg n'est différente significativement qu'avec un groupe d'Inuits. En prenant ensemble les formes soudées et séparées, la prévalence moyenne se situe souvent entre 5 et 10%. Seuls les Amérindiens de Libben, Ohio (Saunders 1978) ont un taux inférieur. Cette stabilité des prévalences semble indiquer que des taux de présence inférieurs à 10% sont sans signification particulière dans une population homogène.

Deux études montrent des taux de formes soudées très supérieurs à ces dernières valeurs. Il s'agit peut-être de l'addition d'apophyses postérieures très développées et d'os trigones primitivement soudés. Ce ne sont sans doute pas des fracturations cicatrisées comme celles

que nous avons relevées. Remarquons que, dans un cas, il s'agit d'une étude radiologique dont les taux sont toujours différents des relevés sur os sec.

Les comparaisons devront être prises avec prudence pour des études aux protocoles différents, comme des dissections ou des détections radiologiques. Pour éviter ces imprécisions, il nous semble que seules les comparaisons avec les formes séparées peuvent éviter des variations dans l'interprétation des formes différentes.

### ***18- Calcaneus secundarius***

Le *calcaneus secundarius* fait partie des nombreux os surnuméraires du pied. Il est situé habituellement à l'angle antéro-interne de la surface articulaire astragalienne antérieure du calcanéum. L'ossicule s'articule donc avec le talus, il ne correspond pas à un arrachement ligamentaire à partir du ligament en Y de Chopart (plus externe et hors surface articulaire). Comme les autres os surnuméraires du tarse, le *calcaneus secundarius* se développerait par un point d'ossification spécial complémentaire (Paturet 1951). Aucune douleur ou pathologie ne semblent liées à cet ossicule.

Comme pour l'os trigone, la recherche de l'ossicule dans un matériel archéologique est presque impossible (Saunders 1978 ; Anderson 1988). Il est aisé en revanche d'observer sur la surface articulaire astragalienne antérieure du calcanéum l'encoche qui marque la place d'insertion d'un *calcaneus secundarius*. Il s'agit d'une encoche généralement arrondie emportant une pièce osseuse (photographie 42). Cette encoche est le signe généralement relevé lors des études anthropologiques sur os sec (Saunders 1978 ; Anderson 1988 ; Mann 1990). Elle réalise précisément l'*emarginate calcaneal facet* définie par Saunders (1978). Pour plus de commodité, nous garderons le terme anatomique traditionnel de *calcaneus secundarius*.

Contrairement à l'os trigone, le *calcaneus secundarius* est difficile à mettre en évidence sur une radiographie. Sur 1000 pieds radiographiés à la recherche d'os surnuméraires, Burman (1931) ne retrouve qu'un seul *calcaneus secundarius*. La raison en est probablement la petite taille de l'ossicule ainsi que sa position favorisant les superpositions radiologiques.

Les premières observations ont été faites sur pièces de dissections anatomiques (Laidlaw 1905 ; Mercer 1931). L'observation de l'encoche sur le calcanéum sec possède sans doute une meilleure sensibilité. Certaines formes sont en effet très petites et peuvent aisément échapper à un examen sur pièce de dissection. Ce qui explique sans doute les très faibles

prévalences signalées par les premiers auteurs (Laidlaw 1905 ; Pfitzner 1892 cité in Mercer 1931). Mann (1990) a également noté des imprécisions terminologiques lors des premières descriptions.

Mann (1990) signale la rareté d'un *calcaneus secundarius* restant soudé au calcanéum, il n'en retrouve qu'un exemple sur 1367 calcanéums examinés. Cette forme a été retrouvée dans 9 calcanéums à Notre-Dame-du-Bourg (1,4%). Malgré leur présentation différente, les deux formes (soudées et séparées) correspondent à la même anomalie. Devant la rareté de la forme soudée et l'absence de distinction entre les deux formes dans la plupart des autres études, nous avons choisi de rassembler les formes séparées et soudées.

À Notre-Dame-du-Bourg, sur 282 individus dont les calcanéums bilatéraux ont été conservés, 25 présentaient un *calcaneus secundarius* (soudé ou séparé) unilatéral (8,9%) et 15 un *calcaneus secundarius* bilatéral (5,3%).

Ces valeurs sont très proches de celles de l'os trigone. L'association de ces deux caractères (trigone + *calcaneus secundarius*) est retrouvée pour 9 individus sur 230 (3,9%).

		N	<i>calcaneus secundarius</i>		
			+	%	khi <sup>2</sup>
Total		633	59 (9,3%)		
Côté	Droit	324	34 (10,5%)		
	Gauche	309	25 (8,1%)		
Sexe	Hommes	208	23 (11,1%)		
	Femmes	150	15 (10,0%)		
Âge	Plus de 50 ans	98	16 (16,3%)		
	Moins de 50 ans	208	14 (6,7%)		
	Plus de 30 ans	189	24 (12,7%)		
	Moins de 30 ans	74	10 (13,5%)		
	15 à 25 ans	26	4		
	Plus de 25 ans	607	56 (9,2%)		
Période	3A	235	17 (7,2%)		
	4	281	34 (12,1%)		

tableau 133 : prévalence et épidémiologie du *calcaneus secundarius* à Notre-Dame-du-Bourg. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.



Échantillons	N	<i>calcaneus secundarius</i>		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	633	50	7,9%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	58	5	8,6%	*
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	6	0		*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	24	5		*
Nécropole de Canac (Aveyron), 12 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Crubézy 1988)	30	5	16,7%	*
Cimetière médiéval norvégien, Trondheim, 12 <sup>e</sup> -17 <sup>e</sup> siècle (Anderson 1988)	268	13	4,9%	NS
Britanniques du Cambridge University Museum (Laidlaw 1905)	750	3	0,4%	TS
Européens modernes (Stieda cité in Laidlaw 1905)	120	3	2,5%	S
Européens modernes (Pfitzner cité in Mercer 1931)	840	16	1,9%	TS
Européens du 19 <sup>e</sup> siècle (Sarafian cité in Mann 1990)			0,14% à 2,5%	
États-Uniens leucodermes 20 <sup>e</sup> siècle de la Terry Collection (Mann 1990)	218	3	1,4%	TS
Égyptiens 12 <sup>e</sup> dynastie Lisht -2000 avant J.-C. (Mann 1990)	232	10	4,3%	NS
Arabes de Bahrain 1250-1520 après J.-C. (Mann 1990)	200	7	3,5%	S
États-Uniens mélanodermes 20 <sup>e</sup> siècle de la Terry Collection (Mann 1990)	282	4	1,4%	TS
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	355	28	7,9%	NS
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	130	9	6,9%	NS
Amérindiens Accokeek Maryland 1500-1600 après J.-C. (Mann 1990)	280	17	6,1%	NS
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	98	14	14,3%	S
Amérindiens Memaloose Island – Oregon vers 1800 après J.-C. (Mann 1990)	155	6	3,9%	NS
<b>total</b>	<b>4679</b>	<b>198</b>	<b>4.2%</b>	<b>TS</b>

tableau 134: comparaison de la prévalence de *calcaneus secundarius* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Le *calcaneus secundarius* n'est pas une anomalie rare à Notre-Dame-du-Bourg, sa prévalence atteint presque 10% en rassemblant les formes séparées ou non.

La prévalence du *calcaneus secundarius* montre une tendance à l'augmentation entre les deux périodes principales mais reste en limite de significativité ( $p=0,065$ ). Une variation diachronique est aussi notée dans le cimetière médiéval norvégien de Trondheim, mais dans le sens d'une diminution entre le 12<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> siècle et le 14<sup>e</sup>-17<sup>e</sup> siècle (Anderson 1988).

La plupart des études retrouve une prévalence de *calcaneus secundarius* inférieure à 10%. Deux études retrouvent des taux supérieurs : les Provençaux de La Gayole (Mafart 1984), mais leur effectif est réduit et les Amérindiens de Mobridge (Saunders 1978). Les prévalences les plus basses sont relevées pour les populations les plus modernes. Il a déjà été signalé que les taux très faibles retrouvés par Laidlaw ou Pfitzner sont peut-être imputables à un mode de recueil différent du nôtre. Ce biais méthodologique ne peut, par contre, pas s'appliquer aux deux échantillons de la Terry Collection (Mann 1990). Dans ce dernier cas,

il est intéressant d'observer une convergence de prévalence pour deux populations vivant en même temps et au même endroit mais aux origines génétiques différentes (États-Uniens leucodermes et mélanodermes du début du 20<sup>e</sup> siècle). L'influence du mode de vie est donc sans doute déterminante dans l'apparition du *calcaneus secundarius*.

L'épidémiologie du *calcaneus secundarius* à Notre-Dame-du-Bourg ne montre aucun lien avec le côté ou le sexe.

Comme celle de l'os trigone, la prévalence du *calcaneus secundarius* augmente avec l'âge, surtout après 50 ans où l'augmentation est statistiquement significative. Une augmentation analogue est observée chez les 3 échantillons de populations étudiées par Saunders (1978). Cet auteur ne retrouve pas de *calcaneus secundarius* sur 60 calcanéums d'individus de moins de 6 ans et seulement 5,9% chez les 6-18 ans alors que le taux est de 10,2% chez les plus de 30 ans.

L'étiologie du *calcaneus secundarius* reste controversée. Anderson (1988) évoque une formation analogue à la *patella partita* c'est-à-dire la conjonction d'une ossification particulière congénitale avec des facteurs mécaniques provoquant *in fine* la séparation de l'ossicule. Mais cette étiologie ne nous semble pas cohérente avec les résultats relevés ici. La prévalence devrait dans ce cas, comme pour la *patella partita*, diminuer de l'adolescence à l'âge adulte, hors le contraire est constaté à Notre-Dame-du-Bourg. Mann (1990) par ailleurs rejette l'origine macro-traumatique sur l'absence de signe d'impact et de cicatrisation sur 1367 calcanéums examinés. Comme pour l'os trigone, nous penchons plutôt pour l'hypothèse d'une fracture de fatigue, peut-être provoquée par la pression répétée lors de l'hyperflexion du talus sur une zone de fragilité de l'angle supéro-interne du calcanéum. Cette étiologie permet d'intégrer à la fois l'aspect anatomo-pathologique, l'augmentation de prévalence avec l'âge et les variations selon les modes de vie.

Une prévalence inférieure à 10% dans les populations historiques et inférieure à 5% dans les populations modernes semble sans signification spécifique. Une étiologie particulière pourrait être discutée pour certains échantillons comme les Amérindiens de Moberidge (Saunders 1978) où le taux atteint 14%.

## SQUELETTE AXIAL

### 19- Foramen sternal (= perforation sternale = *sternal foramina*)

Le foramen sternal est un trou au milieu du corps du sternum. Il peut être situé à différents niveaux mais le plus souvent entre la troisième et la quatrième sternèbre (Aktan & Savas 1998). Son aspect parfaitement rond a souvent fait comparer son aspect à une blessure par balle (photographie 43). Il est désormais bien établi qu'il s'agit d'un défaut d'ossification lors de la formation du sternum (Gray, Davies *et al.* 1967 ; Saunders 1978 ; Aktan & Savas 1998). L'anomalie a été décrite chez des enfants (Cooper, Stewart *et al.* 1988, résumé). Le foramen sternal est fréquemment associé au sternum bifide (Lal & Pande 1975).

		N	Perforation sternale	stat
Total		199	11 (5,5%)	
Sexe	Hommes	84	4 (4,8%)	*
	Femmes	51	1 (1,10%)	
Âge	Plus de 50 ans	40	2 (5,0%)	*
	Moins de 50 ans	70	4 (5,7%)	
	Plus de 30 ans	83	3 (3,6%)	NS
	Moins de 30 ans	19	2	
	15 à 25 ans	8	1	*
Plus de 25 ans	202	10 (4,10%)		
Période	3A	66	5 (7,6%)	*
	4	118	5 (4,2%)	

tableau 135 : prévalence et épidémiologie de la perforation sternale à Notre-Dame-du-Bourg.

Le test statistique utilisé est le test exact de Fisher, NS=non significatif ( $p>0,05$ ) \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Échantillons	N	Perforation sternale		Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	199	11	5,5%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980)	34	5	14,7%	*
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	10	0		*
Devín-Za kostolom, Slovaquie, 9e siècle (Maniskova & Benus 2003)	20	1		*
Devín-Hrad, Slovaquie, 11e-12e siècle (Maniskova & Benus 2003)	85	4	4,7%	NS
États-Uniens modernes (Cobb 1937)	82	7	8,5%	NS
États-uniens modernes, tomodynamométrie (Stark 1985, résumé)	140	6	4,3%	NS
États-uniens modernes, tomodynamométrie (Schratter, Bijak <i>et al.</i> 1997, résumé)	100	6	6%	NS
Turcs modernes, tomodynamométrie (Aktan & Savas 1998)	350	19	5,4%	NS
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	251	6	2,4%	NS
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	88	1	1,1%	*
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	75	4	5,3%	*
Spécimens de musée (Mériel cité in Noonan 1963)	123	7	5,7%	NS

tableau 136: comparaison de la prévalence de perforation sternale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

La prévalence globale du foramen sternal est de 5,5% à Notre-Dame-du-Bourg. La relative rareté du signe rend délicate les interprétations épidémiologiques. Mais il semble que le foramen ne soit pas lié ni à un sexe, ni à un âge, ni à une période.

La prévalence du foramen sternal est remarquablement stable dans les diverses études, autour de 5% de la population.

Il a déjà été remarqué des liens familiaux entre un individu porteur de foramen sternal et un autre porteur d'une côte bifide (Fily, Crubézy *et al.* 2001).

L'étiologie du foramen sternal est sans doute génétique. En témoignent sa formation embryonnaire et sa distribution épidémiologiquement homogène. Une prévalence inférieure à 10% dans un échantillon est sans signification particulière. Un ou plusieurs foyers familiaux pourront être évoqués en cas de fréquence supérieure, comme à St-Victor de Marseille (Mafart 1984).

## 20- *Spina bifida* de l'atlas (Déhiscence de l'arc postérieur de l'atlas, photographie 44)

Toutes les anomalies de formation du tube neural sont actuellement rassemblées sous une même entité d'Anomalies du Tube Neural (= ATN = *Neural Tube Defect*, *NTD* des anglo-saxons). Le terme de *spina bifida* (épine double) englobe toutes les malformations postérieures du tube neural.

Le *spina bifida* de l'atlas est définie par la présence d'une solution de continuité de l'arc postérieur de l'atlas. L'intervalle entre les deux arcs postérieurs droit et gauche peut être de 2 millimètres à plusieurs centimètres. L'intervalle est habituellement comblé chez le vivant par du cartilage (Le Double 1912). L'arche neurale de l'atlas fusionne tardivement chez l'enfant, entre 4 et 7 ans en général (Desgrez, Gentaz *et al.* 1965). Sur 132 atlas d'enfants entre 0 et 6 ans, Saunders (1978) note une absence de fusion postérieure dans 92,4% des cas. Le *spina bifida* est la persistance à l'état adulte d'une telle absence de fusion. Le *spina bifida* de l'atlas ne peut donc être défini que chez l'adulte.

Comme le *spina bifida* du sacrum, le *spina bifida* de l'atlas a souvent été assimilé à une anomalie héréditaire avec description de cas familiaux (Riser 1963 ; Currarino, Rollins *et al.* 1994). Il rejoint cependant les autres ATN avec qui il partage sans aucun doute les mêmes facteurs étiologiques : influence diététique pendant la grossesse prépondérante (carence en folates) et peut-être aussi une prédisposition génétique. Pour plus de détail sur l'épidémiologie des ATN, voir la partie sur le *spina bifida* du sacrum (page 235).

Seuls deux atlas sur les 162 examinables dans l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg étaient porteurs d'un *spina bifida* (1,2%). Les deux individus vivaient pendant la période « 3A », l'un était un individu de sexe indéterminé âgé de moins de 50 ans à son décès, aucune indication de sexe ou d'âge n'a pu être déterminée pour l'autre. Un de ces *spina bifida* de l'atlas était associé à une spondylolyse de L5.

Échantillons	N	<i>Spina bifida</i> atlas	
Notre-Dame-du-Bourg, échantillon total	162	2	1,2%
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1980)	30	0	0%
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	3	1	
La Gayole 11 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Mafart 1984)	15	1	
Monte Bibele (Italie), fin 5 <sup>e</sup> siècle avant J.-C. À 280 avant J.-C. (Brasili, Facchini <i>et al.</i> 1997)	25	1	
Compilation de plusieurs études européennes de la fin du 19 <sup>e</sup> siècle (Le Double 1912)	1626	26	1,6%
Allemands du début du 20 <sup>e</sup> siècle (Geipel cité in Mazza 1953)	1136	35	3,1%
Français modernes, dissection (Desgrez, Gentaz <i>et al.</i> 1965)	300	9	3%
Adolescents États-uniens sur radiographie (Farman, Nortje <i>et al.</i> 1979)	220	8	3,6%
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	350	5	1,4%
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	84	2	2,4%
Amérindiens de Moberg, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	84	1	1,2%

tableau 137: comparaison de la prévalence de *spina bifida* de l'atlas entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études.

Le *spina bifida* de l'atlas chez l'adulte est un signe très rare, dont la prévalence se situe entre 1 et 3%. En raison de cette rareté, seules les études possédant un vaste échantillon peuvent donner une prévalence significative.

La rareté de l'anomalie sur l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg rend impossible toute analyse épidémiologique. De même, les tests statistiques ( $\chi^2$  et Fisher) comparatifs avec d'autres études sont ici impossibles.

La découverte d'un cas isolé de *spina bifida* de l'atlas est donc sans signification particulière. Plusieurs cas dans un échantillon réduit peuvent évoquer un foyer familial et/ou lié à des carences alimentaires.

## 21- Spondylolyse (Debono & Mafart 2004 voir annexe)

La spondylolyse (du grec *spondylos*, vertèbre et *lysis*, destruction) est définie par la présence d'une solution de continuité entre l'arche neurale et le corps vertébral. La séparation est localisée le plus souvent au niveau de l'isthme séparant les processus articulaires supérieur et inférieur (*pars interarticularis*), en traversant les deux facettes articulaires (photographie 45). La localisation préférentielle est la cinquième vertèbre lombaire (L5), plus rarement la quatrième lombaire (L4) et la première vertèbre sacrée (S1).

Les localisations sur d'autres vertèbres sont exceptionnelles (Moreton 1966 ; Merbs 1989 ; 1996b). L'aspect le plus commun est une solution de continuité bilatérale et totale, séparant l'arche neurale du reste de la vertèbre (Moreton 1966 ; Waldron 1992a ; Merbs 1995 ; 2002). Les études épidémiologiques montrent une prévalence plus élevée chez les hommes, avec un sex-ratio (H/F) d'environ 2 (Roche & Rowe 1951 ; Merbs 1989). Absente à la naissance, elle est rare chez l'enfant et augmente progressivement de fréquence jusque vers 30-45 ans (Rowe & Roche 1953 ; Stewart 1953 ; Fredrickson, Baker *et al.* 1984 ; Bridges 1989 ; Merbs 1996a ; Beutler, Fredrickson *et al.* 2003). La fréquence plus faible chez les individus plus âgés pourrait résulter d'une d'ossification secondaire de la spondylolyse (Merbs 1996a ; Beutler, Fredrickson *et al.* 2003).

Le spondylolisthésis (du grec *spondylos*, vertèbre et *olistein*, glisser) est une affection proche qu'il ne faut cependant pas confondre avec la spondylolyse. Il est défini par le glissement vers l'avant d'un corps vertébral par rapport au rachis sous-jacent. Ce glissement est souvent lié à une spondylolyse, mais il existe aussi des « spondylolisthésis dégénératif à arche neurale intacte » (Merbs 1996b ; Duquesnoy 1999). Inversement, une lyse isthmique n'est pas forcément associée à un spondylolisthésis (Moreton 1966). Sur os sec, le spondylolisthésis ne peut être évoqué que si la présence d'ostéophytes ou de lésions dégénératives permet de positionner la vertèbre lombaire sur le sacrum (ou sur la vertèbre sous-jacente). De tels éléments étant rarement retrouvés, il est donc rare de pouvoir statuer sur la présence ou non d'un spondylolisthésis (Merbs 2001).

La spondylolyse est une spécificité de la locomotion humaine bipède et ne se rencontre pas chez les individus n'ayant jamais marché (Rosenberg, Bargar *et al.* 1981, résumé) ni chez les autres primates (Wiltse 1962 ; Nakai 2001). La courbure lombo-sacrée associée à la bipédie (spécifiquement humaine), expliquent la tendance anatomique au glissement de L5 sur S1 (Bridges 1989 ; Merbs 1989 ; 1996a).

Les controverses sur l'étiologie de cette affection furent longues et nombreuses (Newell 1995). L'hypothèse d'une fracture de fatigue, basée sur des travaux de médecine sportive, s'est imposée depuis Wiltse (1975) et Farfan (1976). Ce mécanisme physiopathologique explique vraisemblablement la plupart des atteintes (Merbs 1996a). Il existe aussi d'autres facteurs favorisants (prédispositions génétiques avec l'existence de cas familiaux et variations ethniques, dysplasies locales comme l'hyperlordose, la scoliose ou le *spina bifida occulta*), mais il faut insister sur leur rareté (Stewart 1931 ; 1953 ; Wiltse 1962 ; Fredrickson, Baker *et al.* 1984 ; Waldron 1993b ; Merbs 1996a ; Arriaza 1997).

Même en tenant compte d'un facteur congénital prédisposant, la spondylolyse est probablement une fracture de fatigue. Il est alors tentant d'y voir un marqueur osseux d'activité (Stewart 1953 ; Merbs 1989 ; Pálfi 1992 ; Arriaza 1997).

L'étude a porté sur les squelettes d'adultes dont les quatrième et cinquième vertèbres lombaires étaient en bon état de conservation soit un échantillon de 102 individus. Compte tenu de cet effectif global relativement faible, il n'a pas été réalisé d'analyse diachronique, les effectifs par périodes archéologiques étant trop réduits pour une étude statistique.

Dans les cas de spondylolyses retrouvés, un spondylolisthesis a été recherché par la mise en articulation des vertèbres conservées en se basant d'une part sur les articulations interapophysaires postérieures, d'autre part sur les éventuelles lésions arthrosiques en particulier ostéophytiques pouvant engrener les corps vertébraux entre eux, en particulier ceux de L5 avec la première vertèbre sacrée.

Sur les 102 individus sélectionnés, 5 cas de spondylolyses ont été retrouvés (prévalence générale de 4,9 %), toutes bilatérales et complètes.

numéro	Niveau de la spondylolyse	Sexe	Âge	commentaires
1	L4	Indéterminé	Plus de 50 ans	
2	L5	Masculin	15 à 30 ans	
3	L5	Indéterminé	Moins de 50 ans	Malformation de l'arche postérieure <i>Spina bifida occulta</i> incomplet
4	L5	Indéterminé	Indéterminé	
5	L4	Masculin	Moins de 50 ans	Sacralisation de L5 <i>Spina bifida occulta</i> incomplet

tableau 138: caractéristiques des 5 cas de spondylolyses retrouvés à Notre-Dame-du-Bourg

Le test exact de Fisher ne retrouve pas de différence significative d'observation de spondylolyse entre les sexes ( $p=0,37$ ), ni entre les âges de plus ou moins de 50 ans ( $p=0,41$ ) mais les faibles effectifs considérés ne permettent pas de conclure sur l'épidémiologie de l'affection.

Les 5 cas de spondylolyse de notre étude illustrent plusieurs aspects typiques de l'affection. Toutes sont bilatérales et séparées totalement au niveau de la *pars interarticularis*. Trois cas sont situés au niveau de L5 et deux sur L4, dont un avec une vertèbre L5 sacralisée. Le cas n° 3 évoque une spondylolyse favorisée ou provoquée par un



contexte dysplasique en raison d'une association à un spina bifida occulta du sacrum et une déhiscence de l'arc postérieur de l'atlas, lésion sans caractère pathologique cependant.

La variabilité ethnique de l'affection a été depuis longtemps constatée (Stewart 1931 ; Willis 1931 ; Wiltse 1962 ; Merbs 1989). Le tableau 139 compare la prévalence de la spondylolyse à partir des études paléanthropologiques et radiologiques réalisées sur 58 groupes ethno-historiques (Hasebe 1912-13 ; Stewart 1931 ; Congdon 1932 ; Roche & Rowe 1951 ; Rowe & Roche 1953 ; Stewart 1953 ; Moreton 1966 ; Lester & Shapiro 1968 ; Morse 1969 ; Kettelkamp & Wright 1971 ; Eisenstein 1978 ; Saunders 1978 ; Mafart 1980 ; Ortner & Putschar 1981 ; Mafart 1983 ; 1984 ; Vyhnánek & Stloukal 1984 ; Simper 1986 ; Bridges 1989 ; Waldron 1991a ; 1991b ; Pálfi 1992 ; Jankauskas 1994 ; Arriaza 1997 ; Pietruszewsky, Douglas *et al.* 1997 ; Merbs 2001 ; Deverly 2002 ; Merbs 2002 ; Weber & Czarnetzki 2002 ; Maniskova & Benus 2003). Plusieurs problèmes méthodologiques compliquent les comparaisons. Les auteurs divergent dans leurs modes de décompte : nous avons rassemblé les formes bilatérales et unilatérales car elles sont souvent comptées ensemble surtout par les auteurs anciens. Pour la même raison, dans le cas de rachis lombaires à spondylolyses multiples, nous avons décompté le nombre de vertèbres atteintes et non les sujets porteurs. L'effectif des échantillons aussi est sujet à des biais de calcul : il peut s'agir, selon les études, du nombre minimum d'individu (NMI) ou du nombre de L5 retrouvées. Dans ce dernier cas, il peut y avoir sous-estimation des cas de spondylolyses car les autres localisations ne sont pas prises en compte. Nous n'avons retenu que des effectifs d'individus adultes afin donner une meilleure cohérence à l'ensemble.

Populations	Nombre d'échantillons	Hommes			Femmes			Échantillon total			Khi <sup>2</sup>
		N	Spondylolyse	%	N	Spondylolyse	%	N	Spondylolyse	%	
Notre-Dame-du-Bourg	1	31	2	6,5%	11	0		104	5	4,8%	
St-Victor Marseille, 5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup> siècle après J.-C. : Mafart 1980	1	32	1	3,1%	17	0		116	1	0,9%	*
La Gayole 5 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup> siècle après J.-C. : Mafart 1984)	1							26	0		*
<b>Européens préhistoriques :</b> Deverly 2002	1							101	15	14,9%	S
<b>Européens historiques du 1er au 18e siècle :</b> Vyhnanek & Stloukal 1984 ; Waldron 1991a ; 1991b ; Pálfi 1992 ; Jankauskas 1994 ; Deverly 2002 ; Weber & Czarnetzki 2002 ; Maniskova & Benus 2003	14	1676	89	5,3%	1290	90	7%	4719	265	5,6%	NS
<b>Leucodermes d'origine européenne (sur os secs) :</b> Roche & Rowe 1951 ; Eisenstein 1978	2	2030	128	6,3%	383	10	2,6%	2413	138	5,7%	NS
<b>Leucodermes d'origine européenne (radiologies de soldats) :</b> Rhodes & Colangelo 1946 (cited in Rowe & Roche 1953) ; Bailey 1947 (cited in Rowe & Roche 1953), Moreton 1966	3	33850	2392	7,1%				35930	2483	6,9%	NS
<b>Néolithique, Moyen-Orient :</b> Ortner & Putschar 1981	1							92	2	2,2%	*
<b>Africains sub-Sahara :</b> Eisenstein 1978	1	256	9	3,5%	116	3	2,6%	372	12	3,2%	*
<b>Afro-américains :</b> Roche & Rowe 1951 ; Deverly 2002	2	1339	39	2,9%	561	6	1,1%	1984	50	2,5%	*
<b>Asiatiques :</b> Hasebe 1912-13 ; Adachi (in Hasebe 1912-13) ; Taguchi (in Hasebe 1912-13)	3	84	5	6,0%	41	2	4,9%	287	24	8,4%	NS
<b>Chasseurs-pêcheurs arctiques :</b> Stewart 1931 ; Rowe & Roche 1953 ; Stewart 1953 ; Lester & Shapiro 1968 ; Kettelkamp & Wright 1971 ; Saunders 1978 ; Simper 1986 ; Merbs 2002 ; Guinness-Hey 1982 (in Merbs 2002) ; Wood & Ossenberg 1994 (in Merbs 2002), Merbs 2002	19	1053	347	33,0%	1081	295	27,3%	2173	666	30,6%	TS
<b>Amérindiens :</b> Congdon 1932 ; Morse 1969 ; Saunders 1978 ; Bridges 1989 ; Arriaza 1997 ; Merbs 2001	7	147	20	13,6%	143	26	18,2%	997	71	7,1%	NS
<b>Pacifique :</b> Arriaza 1997 ; Pietruszewsky, Douglas <i>et al.</i> 1997	2	137	14	10,2%	90	4	4,4%	271	18	6,6%	NS

tableau 140: comparaison de la prévalence de spondylolyse entre Notre-Dame-du-Bourg et

58 autres échantillons regroupés en grands ensembles historico-géographiques. NS=non significatif (p>0,05), S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001), \*test impossible

C'est dans le groupe des chasseurs-pêcheurs arctiques que la prévalence est la plus élevée, variant selon les échantillons de 16% pour des Yupik du Sud-Yukon (Stewart 1953) à 61% chez un groupe de Groenlandais du 18<sup>e</sup> siècle (Simper 1986). Les populations les plus septentrionales semblent les plus atteintes (Stewart 1953 ; Merbs 2002). L'activité physique spécifique de ces populations explique probablement l'important taux de spondylolyse. Citons les activités de chasse et de pêche avec des positions assises prolongées et des mouvements fréquents en rotation du buste (kayak) ou encore des positions de travail particulièrement pénibles pour le dos des femmes (Stewart 1953 ; Merbs 2002). Il faut cependant rester prudent sur une explication physiopathologique trop simplement mécaniste (Merbs 2002). La multiplicité des groupes ethniques semble exclure une origine génétique comme cela avait été d'abord proposé (Stewart 1953) mais il pourrait aussi être évoqué d'autres facteurs environnementaux.

Dans le groupe Pacifique comprenant des populations des îles Mariannes (Océanie), du 1<sup>er</sup> siècle après J.-C. À 1500, les atteintes varient de 4,3 à 21,1% (Arriaza 1997 ; Pietruszewsky, Douglas *et al.* 1997). Arriaza (1997) suggère que l'important taux de spondylolyse retrouvé dans l'île de Guam pourrait être induite par l'activité physique nécessaire à la construction de leurs maisons bâties avec des lourdes pierres (les *latte stones*).

L'échantillon préhistorique européen montre également un taux important de spondylolyse, significativement supérieur à celui de Notre-Dame-du-Bourg. Nos connaissances sur l'activité physique de telles populations restent très imparfaites.

Le groupe des populations historiques européennes forme un ensemble d'origine hétérogène mais qui ont toutes une prévalence de spondylolyse inférieure à 9%. Un seul groupe, des Slaves de Moravie du 7<sup>e</sup>-8<sup>e</sup> siècle apr. J.C. (Vyhnánek & Stloukal 1984), possèdent un taux très important de 18,9% sur 227 individus, alors que les Slaves-Araviques de la même période et de la même étude n'ont qu'un taux de 6,4% sur 929 individus. Nous ignorons si une activité particulière des premiers pourrait expliquer un taux si élevé. Deux groupes ont une atteinte significativement plus faible qu'à Notre-Dame-du-Bourg : les Britanniques des 18<sup>e</sup>-19<sup>e</sup> siècles de l'étude Waldron (1991a) et les Provençaux du 18<sup>e</sup> siècle de l'Observance (Deverly 2002).

La spondylolyse est significativement plus fréquente chez les hommes dans une grande série de leucodermes de la Terry Collection (Roche & Rowe 1951). Cette prédominance masculine n'est pas retrouvée dans les diverses populations. *A contrario*, certains échantillons ont une atteinte préférentiellement féminine. Là encore, le rôle de l'activité physique spécifique pourrait être primordial. Des activités spécifiquement féminines ont par

exemple été décrites comme le grattage des peaux, le dos en hyperflexion par les femmes Ponca du Nord-Est du Nebraska (Reinhard 1994 cité in Larsen 1997) ou en Alaska (Stewart 1953).

Une prévalence de 6 à 7 % de spondylolyse est un taux particulièrement répandu dans diverses populations historiques d'Européens et d'États-Uniens modernes. Un taux de prévalence de la spondylolyse inférieur ou égal à 10% dans une population est donc probablement sans signification pathologique particulière ni révélatrice d'hypersollicitation. Son interprétation sur un individu isolé doit être extrêmement prudente. Il nous semble abusif de tirer quelque conclusion sur l'état de santé et l'activité du porteur devant une lésion isolée. En effet, la spondylolyse est asymptomatique dans 90% des cas et s'observe chez des individus sans facteurs de risque particulier ni lombalgies.

Certains groupes de population ont une prévalence beaucoup plus importante. La physiopathologie de cette affection a conduit à la relier à la pratique d'activités physiques répétitives comprenant d'importantes contraintes biomécaniques lombo-sacrées en particulier dans certaines populations anciennes ou au mode de vie traditionnel comme les efforts en hyperextension (Merbs 2002) et peut-être le port répété de charge lourdes (Arriaza 1997). Une pratique sportive intense peut être un facteur favorisant dans les populations occidentalisées comme par exemple le taux de 11% retrouvé chez de jeunes gymnastes occidentales (Hulkko & Orava 2001).

Un taux d'atteinte supérieur à 10% dans un échantillon européens représentatif peut donc faire évoquer une activité physique avec des contraintes biomécaniques lombo-sacrées importantes pouvant favoriser la survenue de spondylolyses.

## **22- *Spina bifida occulta* du sacrum**

Le *spina bifida* du sacrum est, comme pour celle de l'atlas, une autre ATN (= Anomalies du Tube neural = ATN = *Neural Tube Defect*, *NTD* des anglo-saxons), c'est aussi la plus connue.

Il comprend deux entités distinctes :

- le *spina bifida aperta* (ou *spina bifida cystica*), grave anomalie congénitale avec absence de fermeture du tube neural et extériorisation des méninges (Doran & Guthkelch 1963). Divers degrés de gravité se rencontrent du myeloschisis avec extériorisation complète des tissus nerveux au méningocèle. L'anomalie provoque

des lésions du plexus lombaire. Les plus graves sont létales, sinon l'enfant naît avec un déficit majeur des membres inférieurs et de la sphère uro-génitale.

- L'autre anomalie consiste en un défaut de fermeture osseuse des arcs postérieurs du sacrum, sans anomalie nerveuse. Cette forme bénigne est appelée *spina bifida occulta*, elle ne s'accompagne en général d'aucun déficit chez l'individu qui mène une existence normale. La découverte chez le vivant est le plus souvent fortuite.

Le *spina bifida aperta* est une anomalie dont la gravité des symptômes rend difficile une survie prolongée des sujets dans des sociétés à l'assistance médicale réduite. Dans le meilleur des cas, des déficits moteurs graves auront eu un retentissement sur la morphologie des membres inférieurs. La découverte en paléopathologie d'un défaut d'ossification postérieur des vertèbres sacrées chez un adulte est donc quasi-exclusivement un *spina bifida occulta* (Morse 1969 ; Mafart 1989).

La déhiscence postérieure peut être complète, sur l'ensemble des vertèbres sacrées (photographie 46). Plus fréquemment, le défaut d'ossification peut se développer sur la première ou les deux premières vertèbres sacrées (S1 et S2) formant une échancrure supérieure. Une échancrure inférieure s'observe sur les dernières vertèbres sacrées, remontant jusqu'en S4, S3 voire S2. Un défaut d'ossification au niveau de S5 n'est pas pris en compte, cette conformation correspondant au hiatus sacré physiologique. Une association de hiatus supérieur et inférieur peut aussi s'observer. Pour chaque *spina bifida occulta*, nous avons relevé les niveaux des anomalies.

L'épidémiologie du *spina bifida* montre certaines particularités. Les formes graves d'ATN se rencontrent dans environ une naissance sur mille avec des différences selon les pays et selon les périodes (Fontaine 1977 ; Journal, Le Marec *et al.* 1986). Certaines familles sont plus atteintes. Le *spina bifida* apparaît avec une plus grande fréquence dans les milieux les moins favorisés, chez des mères très jeunes ou âgées de plus de 35 ans et dans des périodes de restrictions alimentaires (blocus de Londres, immédiat après-guerre en Allemagne). Les migrants, à la deuxième génération, montrent un taux de *spina bifida* intermédiaire entre le pays d'accueil et d'origine (Mafart 1984 ; 1989).

L'étiologie du *spina bifida* est depuis longtemps discutée. Il a été pendant longtemps mis en avant des facteurs génétiques et de consanguinité, notamment en paléopathologie sur la découverte de fréquences importantes dans certains sites (Ferembach 1963 ; Bennett 1972 ;

Kuttner 1978 ; Spitéry 1983), mais aussi des facteurs environnementaux devant les données épidémiologiques (Saunders 1978 ; Mafart 1984). Plus récemment l'importance de l'apport alimentaire en acide folique (= folates = vitamine B9) vient d'être mis en évidence dans la survenue du *spina bifida*. Cette substance se rencontre à l'état naturel dans les légumes verts à feuilles, légumes secs ou les agrumes. Les besoins alimentaires accrus durant la grossesse peuvent provoquer une carence chez les femmes les moins bien nourries. Dans plusieurs grandes études nord-américaines, la supplémentation folique des femmes désirant procréer a induit une réduction spectaculaire et significative du taux de *spina bifida* (Smithells, Sheppard *et al.* 1980 ; Laurence, James *et al.* 1981 ; Wilson 2003). Des conseils diététiques sont maintenant largement diffusés préconisant d'insister auprès des femmes désirant procréer sur la nécessité de consommer des aliments riches en folates (en France, recommandations du Ministère de la Santé datant du 31 août 2000). Ces études médicales tendent surtout à diminuer le risque de malformations graves (*spina bifida aperta* et anencéphalies), mais il est maintenant admis que les formes de *spina bifida occulta* et *aperta* appartiennent à la même entité nosologique des Anomalies du Tube neural (= ATN) et partagent les mêmes étiologies (Wilson 2003). Signalons que le métabolisme des folates n'explique sans doute pas tous les *spinea bifidae*, et que d'autres étiologies (génétiques, GABA récepteurs) interviendraient également (Briner 2001 ; Wilson 2003).

Au vu de ces nouvelles étiologies, Mafart (1989) avait proposé de considérer un important taux de *spina bifida* dans un échantillon archéologique comme un « marqueur osseux de malnutrition » de la population.

Sur 106 sacrums complets examinés, 22 (20,8%) portaient des anomalies d'ossification (hiatus) des arcs postérieurs. Dans trois cas (2,8%), le hiatus s'étendait sur l'ensemble des vertèbres sacrées. Ces trois sacrums appartenaient à un homme mort après 30 ans dans la période « 3A », un homme mort après 50 ans dans la période « 4 » et une femme décédée avant l'âge de 50 ans dans la période « 4 ». Les 19 autres cas sont des défauts d'ossification moins importants. Il peut s'agir de hiatus supérieurs et/ou inférieurs. Le détail des atteintes est donné dans le tableau 141.

Pas de <i>spina bifida</i>	84
<i>Spina bifida occulta</i> complet	3
Hiatus en S1 seul	1
Hiatus en S1 (supérieur) et S4 (inférieur)	2
Hiatus en S1 (supérieur) et S3 (inférieur)	2
Hiatus en S4 (inférieur)	6
Hiatus en S3 (inférieur)	7
Hiatus en S2 (inférieur)	1
<b>Total</b>	<b>106</b>

tableau 141 : prévalence et localisation du *spina bifida occulta* à Notre-Dame-du-Bourg.

Pour étudier l'épidémiologie à Notre-Dame-du-Bourg, nous avons réuni les taux des hiatus supérieurs et inférieurs en intégrant les formes complètes (tableau 142).

		N	Hiatus supérieur (S1)			Hiatus inférieur		
			+	%	stat	+	%	stat
Total		106	8 (7,5%)			17 (16%)		
Sexe	Hommes	29	4 (13,8%)		NS	8 (27,6%)		NS
	Femmes	24	2 (8,3%)			3 (12,5%)		
Âge	Plus de 50 ans	30	4 (13,3%)		NS	5 (16,7%)		NS
	Moins de 50 ans	26	2			5		
	Plus de 30 ans	39	6 (15,4%)		NS	8 (20,5%)		NS
	Moins de 30 ans	7	0			1		
Période	3A	30	3 (10%)		NS	3 (10%)		NS
	4	63	5 (7,9%)			15 (23,8%)		

tableau 142 : prévalence et épidémiologie du *spina bifida occulta* à Notre-Dame-du-Bourg .

Le test statistique utilisé est le test exact de Fisher, NS=non significatif ( $p>0,05$ )

Échantillons	N	<i>Spinae bifidae S1</i>	%	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg	106	8	7,5%	*
St-Victor Marseille, 5e-6e siècle après J.-C. (Mafart 1984)	27	5		*
La Gayole, Provence, 11e-13e siècle (Mafart 1984)	17	4		*
Prieuré de Ganagobie, Provence, 10e siècle (Mafart 1984)	16	2		*
Préhistoriques d'Angleterre (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	54	5	9,3%	*
Irlandais de 2000 ans avant J.-C. À 17e siècle après J.-C. (Saluja 1986)	50	2	4%	*
Monte Bibebe, Italie, fin 5 <sup>e</sup> siècle avant J.-C. À 280 avant J.-C. (Brasili, Facchini <i>et al.</i> 1997)	16	2		*
Romano-Britanniques (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	55	5	9,1%	*
Cannington, Haut Moyen Âge Angleterre (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	74	8	10,8%	NS
Médiévaux, anglais (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	366	63	17,2%	S
Devín-Za kostolom, Slovaquie, 9e siècle (Maniskova & Benus 2003)	26	3		*
Devín-Hrad, Slovaquie, 11e-12e siècle (Maniskova & Benus 2003)	109	3	2,8%	NS
Maltais, 1427-1614 (Ramaswamy & Pace 1979)	33	1	3%	*
Londoniens 18e-19e siècles (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	165	16	9,7%	NS
Allemands modernes (Hintze 1922 cité in Saluja 1986)	400	48	12%	NS
États-Uniens de Baltimore, modernes (Wheeler 1920 cité in Saluja 1986)	1000	130	13%	NS
Anglo-Saxons (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	220	32	14,5%	NS
États-Uniens de Salt Lake City, modernes (Fineman 1982 cité in Saluja 1986)	100	12	12%	NS
Épipaléolithiques de Taforalt, Maroc (Ferembach 1963)	15	4		*
Jeunes Égyptiens anciens (Rabino Massa, Fulcheri <i>et al.</i> 1984)	107	3	2,8%	NS
Bantous du 20e siècle (Shore 1930 cité in Saluja 1986)	81	6	7,4%	NS
Inuits du Yukon, modernes (Stewart 1932 cité in Saluja 1986)	179	18	10,1%	NS
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	415	55	13,2%	NS
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	107	5	4,7%	NS
Amérindiens Tijeras 14e-15e siècle après J.-C. (Devor 1981 cité in Saluja 1986)	34	3	8,8%	*
Amérindiens précolombiens du Pérou (Post 1966 cité in Saluja 1986)	173	2	1,2%	*
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	92	6	6,5%	NS
<b>Total</b>	<b>4037</b>	<b>451</b>	<b>11,2%</b>	<b>NS</b>

tableau 143: comparaison de la prévalence de *spina bifida occulta* au niveau de la première vertèbre sacrée (S1) entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. NS=non significatif (p>0,05) S = significatif (p<0,05), \*signifie une impossibilité de calcul du test.



Échantillons	N	<i>Spinae bifidae</i> complets	%
Notre-Dame-du-Bourg	106	3	2,8%
St-Victor Marseille, 5e-6e siècle après J.-C. (Mafart 1980)	32	1	3,1%
Préhistoriques d'Angleterre (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	54	1	1,9%
Irlandais de 2000 ans avant J.-C. À 17e siècle après J.-C. (Saluja 1986)	50	1	2%
Lithuaniens historiques (Jankauskas 1994)	633	17	2,7%
Romano-Britanniques (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	55	4	7,3%
Cannington, Haut Moyen Âge Angleterre (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	74	0	0%
Devín-Za kostolom, Slovaquie, 9e siècle (Maniskova & Benus 2003)	26	1	
Devín-Hrad, Slovaquie, 11e-12e siècle (Maniskova & Benus 2003)	109	4	3,7%
Médiévaux anglais (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	366	10	2,7%
Spitalfields (Londres) 1729-1852 (Waldron 1993a)	968	22	2,3%
États-Uniens leucodermes, Terry Collection (Post 1966 cité in Saluja 1986)	106	1	0,9%
États-Uniens de Baltimore, modernes (Wheeler 1920 cité in Saluja 1986)	1000	29	2,9%
Anglo-Saxons (Brothwell 1968 cité in Saluja 1986)	220	7	3,2%
Allemands modernes (Schmorl 1971 cité in Saluja 1986)	200	8	4%
Jeunes Égyptiens anciens (Rabino Massa, Fulcheri <i>et al.</i> 1984)	107	2	1,8%
Bantous du 20e siècle (Shore 1930 cité in Saluja 1986)	81	0	0%
États-Uniens mélanodermes, Terry Collection (Post 1966 cité in Saluja 1986)	99	2	2%
Chinois de Canton modernes (Post 1966 cité in Saluja 1986)	45	2	4,4%
Inuits des îles Aléoutiennes, anciens et récents (Saunders 1978)	375	9	2,4%
Inuits du Yukon, modernes (Stewart 1932 cité in Saluja 1986)	217	9	4,1%
Amérindiens précolombiens du Pérou (Post 1966 cité in Saluja 1986)	96	0	0%
Amérindiens de Libben, Ohio, 8 <sup>e</sup> -10 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	110	0	0%
Amérindiens de Mobridge, Sud Dakota, 18 <sup>e</sup> siècle après J.-C. (Saunders 1978)	92	1	1,1%
Amérindiens de l'Illinois, modernes (Post 1966 cité in Saluja 1986)	40	2	5%
Amérindiens Arikara, modernes (Post 1966 cité in Saluja 1986)	38	2	5,3%
Aborigènes australiens (Post 1966 cité in Saluja 1986)	12	0	
<b>Total</b>	<b>5311</b>	<b>138</b>	<b>2,6%</b>

tableau 144: comparaison de la prévalence de *spina bifida occulta* complet (de S1 à S5) entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. Le test statistique du khi<sup>2</sup> ne peut être utilisé.

Aux deux types de prévalence fréquemment utilisés, nous proposons également un troisième calcul de taux regroupant toutes les formes de *spina bifida occulta*. Ce mode de recueil est moins détaillé mais il permet de comparer avec les échantillons de certaines publications.

Échantillons	N	Tous <i>spinae</i> <i>bifidae</i>	%	Khi <sup>2</sup>
Notre-Dame-du-Bourg	106	22	20,8%	
St-Victor Marseille, 5e-6e siècle après J.-C. (Mafart 1983)	27	9		NS
La Gayole, 11e-13e siècle (Mafart 1983)	19	13	68,4%	TS
Prieuré de Ganagobie, 10e siècle (Mafart 1989)	16	6		*
Chalcolithiques d'Ellianac, Bouches-du-Rhône (Spitéry 1983)	5	5		*
Irlandais de 2000 ans avant J.-C. À 17e siècle après J.-C. (Saluja 1986)	50	4	8%	S
Devín-Za kostolom, Slovaquie, 9e siècle (Maniskova & Benus 2003)	26	6		NS
Devín-Hrad, Slovaquie, 11e-12e siècle (Maniskova & Benus 2003)	109	26	23,9%	NS
Vikings de Schleswig, 11e- 13e siècle après J.-C. (Charlier 1980)	12	3		*
St Bride's Church, Londres , 19e siècle (Berry 1975)	165	28	17%	NS
Épipaléolithiques de Taforalt (Ferembach 1963)	21	10	47,6%	S
Jeunes Égyptiens anciens (Rabino Massa, Fulcheri <i>et al.</i> 1984)	107	9	8,4%	S
Inuits du Groenland (Jørgensen 1974 cité in Berry 1975)	14	2		*
Amérindiens proto-historiques (Guidotti 1978)	10	9		*
<b>Total</b>	<b>687</b>	<b>152</b>	<b>22,1%</b>	<b>NS</b>

tableau 145: comparaison de la prévalence de tous les types de *spina bifida occulta* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons. NS=non significatif ( $p>0,05$ ), S = significatif ( $p<0,05$ ), \*signifie une impossibilité de calcul du test.

Aucune différence significative selon l'épidémiologie n'est retrouvée à Notre-Dame-du-Bourg. Pas de différence entre les périodes, les sexes, ni évidemment entre les âges pour cette anomalie congénitale et définitive.

Les différents taux de *spina bifida occulta* retrouvés à Notre-Dame-du-Bourg sont très comparables aux autres échantillons présentés. La prévalence de *spina bifida occulta* complets est très stable dans les diverses études, ne dépassant qu'exceptionnellement 5% des sacrus examinés. Une prévalence de *spina bifida occulta* complet inférieur ou égal à 5% est sans doute sans particularité dans une population.

La prévalence du *spina bifida occulta* limité à S1 montre une variabilité plus importante. Cette forme minime du *spina bifida occulta* est peut-être plus sensible aux facteurs étiologiques de l'affection. Un certain degré de variabilité inter-observateur est aussi envisageable.

Les variations observées dans ces divers échantillons ne permettent pas une corrélation entre le taux de *spina bifida occulta* et un mode de vie particulier. Les Inuits possèdent probablement un apport en légumes et fruits inférieur à la plupart des autres populations, mais leurs taux de *spina bifida occulta* ne montrent pas d'augmentation significative ni même de tendance.



## ÉTUDES TRANSVERSALES

Nous proposons ici l'étude spécifique de certains traits anatomiques qui se réunissent par une morphologie commune (dépressions osseuses et ossicules accessoires). La question posée est celle d'une étiologie commune.

### 1- Les formes en dépression (fosses)

Sur les 13 enthésopathies étudiées, 6 peuvent prendre un aspect en dépression ou en fosse. Il s'agit de l'insertion du grand pectoral (*Fossa pectoralis*), l'insertion du grand rond (*Fossa teres*), la tubérosité bicipitale (*Fossa bicipitis*), l'insertion du rond pronateur (*Fossa pronator*), l'insertion du muscle brachial (*Fossa brachialis*) et la ligne soléaire (*Fossa solei*). Les auteurs anglo-saxons insistent sur l'aspect creusé en utilisant parfois le terme de *cortical defect* (Larsen 1997).

S'il s'agit toujours de sites d'enthèse, leur morphologie est différente. Certaines correspondent à une enthèse très localisée (tubérosité bicipitale et insertion du muscle brachial), d'autres à une insertion étendue (grand pectoral, grand rond, rond pronateur et ligne soléaire). Nous avons vu plus haut les liens épidémiologiques unissant ces quatre dernières formes. Pour éviter de mélanger des phénomènes dissemblables, nous choisissons de n'étudier ensemble que ces quatre dernières fosses auxquelles nous ajouterons la fosse hypotrochantérique.

La fosse hypotrochantérique possède une analogie morphologique et épidémiologique très forte avec ces quatre enthésopathies. Mafart (1996) évoque l'hypothèse d'un mode de formation similaire. S'il reste des doutes quand à l'anatomie exacte de la fosse hypotrochantérique, les liens unissant ces cinq formations nous incitent à les étudier ensemble.

23,8% des individus étudiés présentent au moins une fosse enthésopathique (tableau 146).

Nombre de fosses par individu	Nombre d'individus
0	461
1	90
2	40
3	10
4	2
5	1
6	1
7	0
8	0
9	0
10	0
<b>Total</b>	<b>605</b>

Tableau 146 : nombre d'atteintes de 5 formes en fosse.

Un tableau épidémiologique récapitulatif peut être proposé en rassemblant ces 5 sortes de fosses :

		N	Fosses	Khi <sup>2</sup>
Sexe	Hommes	176	66 (37,5%)	TS
	Femmes	156	28 (17,9%)	
Période	3A	191	58 (30,4%)	S
	4	297	55 (18,5%)	
Âge	Moins de 50 ans	205	71 (34,6%)	NS
	Plus de 50 ans	101	24 (23,8%)	
	Moins de 30 ans	69	27 (39,1%)	S
	Plus de 30 ans	195	44 (22,6%)	
	15 à 25 ans	23	9	NS
Plus de 25 ans	582	135 (23,2%)		

Tableau 147 : épidémiologie de 5 fosses. NS=non significatif ( $p>0,05$ ) S = significatif ( $p<0,05$ ), TS = très significatif ( $p<0,001$ )

Prises de façon globale, ces 5 fosses montrent des caractéristiques communes. Elles atteignent surtout les hommes jeunes, et plus volontiers la période « 3A » que la période « 4 ». Ces tendances épidémiologiques se retrouvent chez presque toutes les 5 localisations prises séparément (sauf pour la *fossa pronator* qui ne montre pas d'atteinte significative selon la période), il est donc licite de les traiter ensemble.

L'atteinte préférentiellement masculine de ce type d'enthésopathies est aussi bien documentée (Saunders 1978 ; Pálfi 1992 ; al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* 2004).

L'atteinte selon l'âge est variable selon les études, Saunders (1978) et Mafart (1984 ; 1996) les retrouvent principalement chez les jeunes mais pour al-Oumaoui, Jimenez-Brobeil *et al.* (2004), ce sont surtout les plus vieux qui sont atteints. En ce qui concerne la fosse hypotrochantérique, plus étudiée, l'atteinte préférentielle chez les individus jeunes est constamment retrouvée.

À Notre-Dame-du-Bourg, l'atteinte préférentiellement masculine n'est significative qu'après 30 ans (tableau 148), mais même chez les plus jeunes la fréquence est double chez les hommes (sauf pour la fosse hypotrochantérique).

	Moins de 30 ans					Plus de 30 ans					Stat	
	Hommes		Femmes		Stat	Hommes			Femmes			Stat
	N	+	N	+		N	+	%	N	+		
<i>F. pectoralis</i>	28	1	37	2	NS	126	13	(10,3%)	119	2	(1,7%)	S
<i>F. teres</i>	28	5	37	1	NS <sup>1</sup>	125	17	(13,6%)	119	7	(5,9%)	S
<i>F. pronator</i>	32	6	36	2	NS	114	7	(6,1%)	111	2	(1,8%)	NS
<i>F. solei</i>	23	6	24	7	NS	99	9	(9,1%)	98	5	(5,1%)	NS
<i>F. hypotrochanterica</i>	26	8	34	10	NS	96	23	(23,10%)	91	13	(14,3%)	NS
<b>Total</b>	<b>137</b>	<b>26 (18,10%)</b>	<b>168</b>	<b>22 (13,1%)</b>	<b>NS</b>	<b>560</b>	<b>69 (12,3%)</b>		<b>538</b>	<b>29 (5,4%)</b>		<b>TS</b>

tableau 148 : atteinte des 5 fosses selon l'âge et le sexe. Le test statistique (khi<sup>2</sup> sauf <sup>1</sup> avec le test exact de Fisher) étudie ici si la différence des taux est significative entre les sexes pour chaque groupe d'âge.

NS=non significatif (p>0,05) S = significatif (p<0,05), TS = très significatif (p<0,001)

	moins de 30 ans			plus de 30 ans			Khi <sup>2</sup>	moins de 50 ans			plus de 50 ans			Khi <sup>2</sup>
	N	+	%	N	+	%		N	+	%	N	+	%	
femmes 3A	54	0	(0,0%)	185	7	(3,8%)	NS	249	10	(4,0%)	52	0	(0%)	NS
femmes 4	73	7	(9,6%)	326	7	(2,1%)	S	290	9	(3,1%)	114	4	(3,5%)	NS
hommes 3A	49	7	(14,3%)	212	21	(9,9%)	NS	259	31	(11,10%)	118	16	(13,6%)	NS
hommes 4	64	11	(17,2%)	250	19	(7,6%)	S	191	27	(14,1%)	133	9	(6,8%)	S

tableau 149 : détail de la prévalence des 5 fosses selon les groupes d'âge.

NS=non significatif (p>0,05) S = significatif (p<0,05)

En affinant l'épidémiologie globale (tableau 149), des différences apparaissent. Chez les hommes et les femmes de la période « 4 », le vieillissement s'accompagne d'une diminution significative des fosses mais pas chez les individus de la période « 3A ».

Nous pensons qu'il existe en fait deux origines, sans doute imbriqués :

- Certains jeunes individus (nourrissons, enfants, adolescents et jeunes adultes) présentent des insertions musculo-ligamentaires en forme de fosse. L'aspect est le plus souvent celui d'une dépression arrondie, aux bords mous (photographie 47).

Il s'agit sans doute d'une variante de la normale mais la question peut se poser d'une origine pathologique ou carencielle puisque retrouvée sur des individus morts jeunes. Par contre sa survenue chez de très jeunes enfants montre qu'il ne peut s'agir d'une suractivité mécanique. La fosse hypotrochantérique est l'exemple-type de ce genre de fosse. Ces fosses des sujets jeunes ne semblent pas apparaître préférentiellement dans un sexe, cette indifférenciation sexuelle étant habituelle avant la puberté chez l'espèce humaine. Leur disparition pourrait être liée au remaniement osseux permanent au cours de l'existence, pouvant modifier la morphologie, surtout chez les individus les plus robustes.

- La présence de fosses est aussi attestée chez des individus plus âgés (on en rencontre chez 23,8% des individus de plus de 50 ans), principalement des hommes mais aussi des femmes comme dans la période « 3A ». L'aspect est souvent différent (photographie 48) avec des cavités fortement marquées aux bords anguleux. L'aspect évoque les « géodes poly-microtraumatiques par arrachement ». Ces « fosses de maturité » atteignent plus les hommes que les femmes et sont plus fréquentes dans la période « 3A ». Il nous semble licite de les considérer comme une enthésopathie vraie, possiblement liée à une suractivité musculaire. Notons que les lésions peuvent évoluer avec le temps (Husson, Chauveaux *et al.* 1991), il n'est pas impossible qu'à un aspect de « géodes poly-microtraumatiques par arrachement » dans les suites d'un traumatisme puisse succéder un autre type d'aspect cicatriciel de l'enthèse, sub-normal ou en relief.

S'agit-il des mêmes individus qui présentent des formes de fosse dans leur enfance et qui les garderaient dans leur maturité ? Il est possible là aussi que deux mécanismes différents puissent intervenir. D'une part, une très faible activité physique pourrait favoriser la persistance à l'âge adulte de « fosses infantiles », comme chez une population de moniales



contemplatives (Mafart 1996). D'autre part, une activité physique intense pourrait provoquer soit une persistance, soit une formation *de novo* de fosses par micro-arrachements et cicatrisation enthésopathique.

Plusieurs mécanismes physiopathologiques peuvent être évoqués correspondant aux facteurs intervenant sur le métabolisme de l'os et de l'enthèse :

- des facteurs endocriniens du métabolisme phospho-calcique pouvant intervenir dans la différence entre les sexes.
- Des facteurs génétiques.
- Des facteurs nutritionnels qui pourraient favoriser des zones d'hypo-minéralisation osseuse. Ces facteurs peuvent être importants dans des populations rurales pré-industrielles régulièrement soumises à des famines, dont les enfants sont les premières victimes.
- Des facteurs mécaniques par micro-arrachage et cicatrisations, d'autant plus formateurs de fosse que l'os est en phase de croissance (adolescents).

La diminution des fosses à la période « 4 » pourrait donc être due soit à une modification diététique (comme évoqué pour la variation staturale), soit à un changement radical de l'activité physique (comme évoqué pour les variations de l'arthrose du coude et d'autres enthésopathies), soit à une différence génétique (dans l'hypothèse peu probable d'une variation importante du pool génétique).

La forme en fosse de certaines enthésopathies est donc un phénomène complexe, faisant sans doute intervenir des facteurs mécaniques d'activité mais aussi d'autres éléments présents dès l'enfance. En l'absence d'étiologie claire, son interprétation est particulièrement délicate. Une étude de leur fréquence chez les enfants de Notre-Dame-du-Bourg a été réalisée et permettra de préciser leur mode de formation pendant la croissance (Mafart, B. communication personnelle).

## **2- Les ossicules accessoires et les absences de fusion**

Une tendance à la diminution des ossicules accessoires entre les temps préhistoriques et modernes a été signalée par Morimoto (cité in Saunders 1978) sur la patella et Baudoin (cité in Laquerrière 1933) sur d'autres os du tarse.

Plusieurs caractères discrets étudiés peuvent être rassemblés morphologiquement par la production d'un ossicule isolé. Sans préjuger de leurs étiologies (certaines sont encore mal

assurées) il nous a semblé intéressant d'étudier ensemble ces traits osseux pour tenter de définir s'il pouvait exister des liens entre eux. Quatre caractères sont donc considérés (os acromial, os trigone, *calcaneus secundarius*, *patella partita*).

Sur l'ensemble des individus intégrés dans l'étude des caractères discrets, 118 possèdent au moins un de ces 4 ossicules. Sur ces 118 individus, 13 (11%) d'entre eux possèdent deux ossicules sur des sites différents (ne prenant pas en compte donc les formes bilatérales). Un seul individu (âge et sexe indéterminés, de la période « 4 ») possède 3 de ces caractères discrets (un os trigone, deux *calcanei secundari*, un os acromial). Le détail des associations est donné par le tableau 150 (l'individu possédant une triple association est compté 3 fois).

	N individus	+	association avec				isolé
			<i>patella partita</i>	os trigone	<i>calcaneus secundarius</i>	os acromial	
<i>patella partita</i>	52	7		0	0	0	7
os trigone	95	47	0		9	3	36
<i>calcaneus secundarius</i>	96	44	0	9		3	33
os acromial	73	34	0	3	3		29

tableau 150: associations entre 4 types d'ossicules à Notre-Dame-du-Bourg sur un échantillon de 148 individus possédant au moins un ossicule.

Seule l'association os trigone-*calcaneus secundarius* est retrouvée avec une certaine fréquence qui exclut sans doute un hasard. L'étiologie proposée est d'ailleurs commune pour ces deux signes (fracture de fatigue). Dans 5 cas sur 13, un os acromial est retrouvé associé avec une autre anomalie d'ossification, toujours du tarse. Il est difficile de se prononcer pour une association d'étiologie commune ou un hasard. La *patella partita* échappe par contre à toute association. Sa formation apparaît donc complètement indépendante des 3 autres types d'ossicules.

Le nombre faible des associations exclut un calcul statistique sur une éventuelle différence diachronique. Signalons simplement que l'association os trigone-*calcaneus secundarius* est retrouvée 5 fois dans la période « 4 » et 2 fois dans la période « 3A ».

Sur l'étude conjointe de ces 4 types d'ossicules, il n'est donc pas retrouvé une étiologie commune comme par exemple une carence alimentaire provoquant un défaut généralisé de fusion osseuse. Seule une association physiologiquement cohérente émerge avec l'association os trigone-*calcaneus secundarius* (fractures de fatigue).

## SYNTHÈSE

En synthèse de ce travail, nous voudrions revenir sur les deux objectifs principaux que nous nous étions assignés :

a- Déterminer autant que possible la signification de chacun des signes osseux. Après un rappel synthétique sur l'épidémiologie de ces signes à Notre-Dame-du-Bourg, nous proposerons (quand cela nous semblera possible) une ou plusieurs étiologies.

b- Appliquer ensuite ces conclusions au site de Notre-Dame-du-Bourg pour tenter de mieux saisir les conditions de vie de ces populations, en particulier dans leur évolution entre les deux périodes principales étudiées.

### 1- Épidémiologie des traits étudiés (rappel synthétique)

Le tableau 151 reprend synthétiquement les données épidémiologiques de l'ensemble de l'échantillon étudié selon les côtés, sexes et âges pour chaque caractère étudié dans ce travail.

**Légende du tableau 151 :** Pour chaque colonne du tableau, le résultat indique le résultat du test statistique ( $\chi^2$  ou test exact de Fisher selon la taille de l'échantillon). Une case grisée indique un calcul non réalisé, « - » indique l'absence de différence significative (risque  $p < 0,05$ ), « \* » indique que les valeurs de calculs sont hors des conditions d'inclusion du test. Dans la colonne *côté*, « D » signifie que le signe est retrouvé significativement plus fréquent à droite, « G » pour gauche. Dans la colonne *sexe*, « H » signifie homme et « F », femme. La colonne *âge* est divisée en deux colonnes, la première pour l'étude du caractère à plus ou moins de 30 ans, la deuxième à 50 ans. « <30 » signifie que le signe est retrouvé significativement plus fréquemment chez les individus morts avant l'âge de 30 ans, « >30 », après 30 ans, « <50 » et « >50 » avant et après 50 ans. « <sup>hf</sup> » signifie que la variation concerne les deux sexes, « <sup>h</sup> » uniquement les hommes et « <sup>f</sup> » uniquement les femmes.

	Caractère	Côté	Sexe	Âge	
				30 ans	50 ans
<b>Durée de vie</b>	Atteignant 30 ans		-		
	Atteignant 50 ans		H		
<b>Mesures des os longs</b>	Clavicule longueur	-	H		
	Clavicule périmètre	-	H		
	Humérus longueur	-	H	>30 <sup>h</sup>	-
	Humérus périmètre	D	H	>30 <sup>h</sup>	>50 <sup>h</sup>
	Radius longueur	-	H		
	Radius périmètre	-	H		
	Ulna longueur	-	H		
	Ulna périmètre	-	H		
	Fémurs longueur	-	H	-	-
	Fémurs périmètre	-	H	>30 <sup>hf</sup>	>50 <sup>f</sup>
	Tibia longueur	-	H		
	Tibia périmètre	-	H		
	Proportion des membres		-		
	<b>Arthrose</b>	Épaule	-	H	*
Coude		-	H	>30	>50
Poignet		-	-	*	-
Hanche		-	-	*	>50
Genou		-	H	>30	>50
Cheville		-	-	*	*
<b>Maladie hyperostosante</b>			H	>30	>50
<b>Enthésopathies</b>	Insertion du grand pectoral - relief	-	H	>30	>50
	Insertion du grand pectoral - fosse	-	H	-	-
	Insertion du grand rond - relief	-	H	>30	>50
	Insertion du grand rond - fosse	-	H	-	-
	Tubérosité bicipitale - relief	-	-	>30	-
	Tubérosité bicipitale - fosse	-	-	-	-
	Insertion du rond pronateur - relief	-	-	-	>50
	Insertion du rond pronateur - fosse	-	H	<30	-
	Crête tricipitale	-	-	>30	-
	Crête supinatrice	-	-	-	-
	Insertion du muscle brachial - relief	-	F	-	-
	Insertion du muscle brachial - fosse	-	H	-	-
	Fosse trochantérique - spiculée	-	-	>30	>50
	Exostose du moyen glutéal	-	-	*	-
	Ligne soléaire - relief	-	-	*	-
	Ligne soléaire - fosse	-	-	<30	<50
	Insertion du quadriceps fémoral	-	-	-	-
Épine plantaire	-	-	*	>50	
Épine achilléenne	-	-	>30	>50	

tableau 151 (début) : épidémiologie des caractères étudiés à Notre-Dame-du-Bourg selon le côté, le sexe et l'âge.

	Caractère	Côté	Sexe	Âge	
				30 ans	50 ans
Caractères discrets	Perforation de la clavicule	-	-	*	*
	Os acromial	-	-	*	-
	Ptère humérus	*	*	*	*
	Apophyse supra-épitrochléenne	-	*	*	*
	Perforation humérale	G	F	<30	-
	Translucidité du septum huméral	-	F	-	-
	Tunnel osseux supra-épitrochléen	-	-	*	-
	Position tubérositaire (type 2)	D	-	-	<50
	Séparation de la surface articulaire olécranienne	-	F	>30	>50
	Fosse d'allen	-	-	>30	>50
	Extension de la surface articulaire	-	H	*	*
	Empreinte iliaque	-	H	>30	>50
	Troisième trochanter	-	F	<30	<50
	Fosse hypotrochantérique	-	-	<30	-
	Crête glutéale	-	-	>30	>50
	<i>Patella partita</i>	*	*	*	*
	Encoche du vaste latéral sur la patella	-	-	-	-
	Tubercule de gerdy	-	-	<30	<50
	Os trigone du talus	G	-	>30	-
	<i>Calcaneus secundarius</i>	-	-	-	>50
<i>Spina bifida</i> de l'atlas		*	*	*	
Foramen sternal		*	-	*	
Spondylolyse lombaire		*	*	*	
<i>Spina bifida occulta</i> du sacrum		*	*	*	

tableau 151 (suite) : épidémiologie des caractères étudiés à Notre-Dame-du-Bourg selon le côté, le sexe et l'âge.

Selon le côté :

Très peu de caractères montrent une différence significative selon le côté (4/55 soit 7,2%).

La latéralisation manuelle chez l'espèce humaine (environ 90% de droitiers) explique la plupart des différences, mais il est remarquable que peu de caractères liés au membre supérieur soient concernés. Les affections dégénératives en particulier (arthrose et enthésopathies) ne montrent aucune différence selon le côté. Cette faible présence de latéralisation est aussi retrouvée par Saunders (1978).

Il ne nous semble pas possible à partir de ces caractères de pouvoir déterminer quelle était la latéralisation manuelle des individus.

Nous n'avons pas d'explication satisfaisante pour expliquer la présence significativement plus fréquente à gauche de l'os trigone.

Selon le sexe :

De nombreuses différences entre les sexes apparaissent dans les divers caractères. Toutes les mesures des os longs montrent une longueur et un indice de robustesse plus grand chez les hommes (sauf la robustesse de l'ulna). Cette dysmorphie sexuelle est constante chez l'espèce humaine.

Les os des hommes possèdent globalement plus d'affections dégénératives (arthrose, maladie hyperostosante et enthésopathies), sauf pour l'enthésopathie en relief du muscle brachial. Leur longévité supérieure dans l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg n'est sans doute pas la seule raison. La production osseuse dégénérative en particulier (ostéophytes et enthésophytes) semble beaucoup plus fréquente chez les individus masculins. Mais ils sont aussi plus atteints par les enthésopathies en fosse. L'activité musculaire plus importante et un métabolisme osseux différent sont probablement les étiologies essentielles de ces affections.

Selon l'âge

La plupart des lésions dégénératives sont évidemment retrouvées plus fréquemment chez les individus morts les plus âgés (c'est d'ailleurs une tautologie). Cependant, nous avons vu plus haut que les « enthésopathies en fosse » ne peuvent toutes être considérées comme dégénératives puisqu'elles sont parfois plus fréquentes chez les plus jeunes.

Signes		Taux habituels dans une population européenne
<b>Arthrose</b>	Épaule	10 à 60%
	Coude	15 à 40%
	Poignet	5 à 20%
	Hanche	10 à 50%
	Genou	variable
	Cheville	1 à 10%
<b>Maladie hyperostosante</b>		5 à 20% (chez les plus de 50 ans)

tableau 152 (début) : taux habituellement retrouvés des caractères étudiés dans des populations européennes

	<b>Signes</b>	<b>Taux habituels</b>
<b>Enthésopathies</b>	Insertion du grand pectoral – relief	10 à 20%
	Insertion du grand pectoral - fosse	variable
	Insertion du grand rond - relief	vers 10% ?
	Insertion du grand rond - fosse	variable
	Tubérosité bicipitale - relief	20 à 50%
	Tubérosité bicipitale - fosse	vers 10% ?
	Insertion du rond pronateur - relief	vers 5% ?
	Insertion du rond pronateur - fosse	5 à 10%
	Crête tricipitale	10 à 25% ?
	Crête supinatrice	15 à 50%
	Insertion du muscle brachial - relief	vers 5% ?
	Insertion du muscle brachial - fosse	vers 20% ?
	Fosse trochantérique - spiculée	30 à 50% (variable selon l'âge)
	Exostose du moyen glutéal	0 à 5%
	Ligne soléaire - relief	variable
	Ligne soléaire - fosse	variable
	Insertion du quadriceps fémoral	15 à 25%
	Épine plantaire	5 à 20%
Épine achilléenne	variable	
<b>Caractères discrets</b>	Perforation de la clavicule	0 à 10%
	Os acromial	5 à 10%
	Ptère humérus	vers 1%
	Apophyse supra-épitrochléenne	vers 1%
	Perforation humérale	variable
	Translucidité du septum huméral	variable
	Tunnel osseux supra-épitrochléen	vers 5%
	Position tubérositaire (type 2)	variable
	Séparation de la surface articulaire olécranienne	variable
	Fosse d'Allen	variable
	Extension de la surface articulaire	variable
	Empreinte iliaque	variable
	Troisième trochanter	variable
	Fosse hypotrochantérique	variable
	Crête glutéale	plus de 25%
	<i>Patella partita</i>	1 à 5%
	Encoche du vaste latéral sur la patella	variable
	Tubercule de Gerdy	?
	Os trigone du talus	vers 5% (formes séparées)
	<i>Calcaneus secundarius</i>	moins de 10%
<i>Spina bifida</i> de l'atlas	1 à 3%	
Foramen sternal	vers 5%	
Spondylolyse lombaire	entre 5 et 10%	
<i>Spina bifida occulta</i> du sacrum	0 à 5% (formes complètes)	

tableau 152 (suite) : taux habituellement retrouvés des caractères étudiés dans des populations européennes

Le tableau 152 rappelle les taux rencontrés habituellement pour plusieurs caractères dans des échantillons de populations européennes. Dans certains cas comme l'arthrose, des définitions différentes peuvent faire considérablement varier les taux retrouvés. Il faut se reporter aux différents chapitres pour une comparaison plus fine.

## 2- Étiologie et signification des signes

« Tant que la preuve de détermination purement génétique ou purement mésologique de la variation d'un caractère n'a pas été apportée, le schéma d'action conjointe du génome et du milieu est à postuler » (Hiernaux 1980, cité in Mafart 1984).

Le tableau 153 synthétise les différentes étiologies retenues pour chaque caractère étudié.

Signes		Héré- dité	Acti- vité	Diété- tique	Robus- -tesse	Âge	Sexe	Côté	Trauma- -tismes	Détail
Longévité		++	+	++			++			Conditions globales de vie
Mesures Des os Longs	Taille	++		++			+++			Hérédité et conditions sanitaires durant croissance
	Robustesse	+	+	+			++	+		Insertions musculaires
Arthrose	Épaule					+++				Dégénératif
	Coude		++			+			+	Activité et traumatismes
	Poignet		+ ?						+	Traumatismes +/- activités
	Hanche		+			++			++	Obésité et micro-traumatismes
	Genou		+			+			+	Obésité et micro-traumatismes
	Cheville								+++	Traumatismes
Maladie hyperostose		+				+++	++			Diabète, hérédité

tableau 153 (début) : facteurs ayant pu influer sur la survenue des caractères étudiés à

Notre-Dame-du-Bourg



	Signes	Héré- dité	Acti- vité	Diété- tique	Robus- -tesse	Âge	Sexe	Côté	Trauma- -tismes	Détail
<b>Enthésopathies</b>	Insertion du grand pectoral - relief		+++			++	++			Activité
	Insertion du grand pectoral - fosse	+ ?	+ ?			++				Immaturité, effets de l'activité ?
	Insertion du grand rond - relief		+++			++	++			Activité
	Insertion du grand rond - fosse	+ ?	+ ?			++				Immaturité, effets de l'activité ?
	Tubérosité bicipitale - relief		++			+				Activité
	Tubérosité bicipitale - fosse		++							Activité
	Insertion du rond pronateur - relief		+ ?			++				Activité ?
	Insertion du rond pronateur - fosse	+ ?				++				Immaturité, effets de l'activité ?
	Crête tricipitale		++			++				Activité et dégénératif
	Crête supinatrice		+++							Activité
	Insertion du muscle brachial - relief									
	Insertion du muscle brachial - fosse									
	Fosse trochantérique		+			+++				Dégénératif et activité ?
	Exostose du moyen glutéal		++							Activité (équitation ?)
	Ligne soléaire - relief		+ ?							
	Ligne soléaire - fosse	+ ?				++				Immaturité, effets de l'activité ?
	Insertion du quadriceps fémoral		+ ?			+ ?				
	Épine plantaire		+							Multiplés étiologies, activité et pathologies diverses
Épine achilléenne		+							Multiplés étiologies, activité et pathologies diverses	

tableau 153 (suite) : facteurs ayant pu influés sur la survenue des caractères étudiés à

Notre-Dame-du-Bourg

	Signes	Héré- dité	Acti- vité	Diété- tique	Robus- -tesse	Âge	Sexe	Côté	Trauma- -tismes	Détail
Caractères discrets	Perforation claviculaire	+++								Héréditaire
	Os acromial		++ ?			++				Que chez l'adulte, Induit par l'activité chez l'adolescent ?
	Ptère humérus		+++		+++	++	++			Hypertrophie musculaire
	Apophyse supra- épitrochléenne	+++								Héréditaire
	Perforation humérale	+ ?		++ ?	+ ?	+	+++	++		Environnemental +/- génétique ?
	Translucidité du septum huméral	+ ?		++ ?	+ ?		+			Environnemental +/- génétique ?
	Tunnel osseux supra- épitrochléen	+++								Héréditaire
	Position tubérositaire	+	++			++		+++		Lié à l'activité
	Séparation de la surface articulaire olécranienne	+ ?	+ ?			++				Modification avec l'âge, lié à l'activité ?
	Fosse d'Allen		++ ?			++				Disparition avec l'âge, lié à l'activité ?
	Extension de la surface articulaire	+ ?	++ ?				+			Activité ?
	Empreinte iliaque		++			++	+			Lien probable avec activité
	Troisième trochanter	+ ?	++ ?		+ ?	++	+			Disparaît avec l'âge, lien avec robustesse +/- activité ?
	Fosse hypotrochantérique	+ ?	++ ?		+ ?	+++				Disparaît avec l'âge, lien avec robustesse +/- activité ?
	Crête glutéale		++ ?		+	+++				Insertion musculaire
	<i>Patella partita</i>	+	++							Génétique ou activité pendant la croissance ?
	Encoche du vaste sur patella	+ ?	++ ?	+ ?						Génétique ou activité ?
	Tubercule de Gerdy		++ ?		+ ?	++				Disparaît avec l'âge, lien avec robustesse +/- activité ?
	Os trigone du talus		++			+				Fracture de fatigue ?
	<i>Calcaneus secundarius</i>		++			+				Fracture de fatigue ?
	<i>Spina bifida</i> de l'atlas	+ ?		++ ?						Environnemental (diététique) +/- génétique ?
	Foramen sternal	+++								Héréditaire
Spondylolyse lombaire	+ ?	+++							Fracture de fatigue	
<i>Spina bifida</i> du sacrum	+		++						Environnemental (diététique) +/- génétique ?	

tableau 153 (suite et fin) : facteurs ayant pu influés sur la survenue des caractères étudiés  
à Notre-Dame-du-Bourg

- **Caractères essentiellement héréditaires :**

Pour quatre caractères discrets, l'étiologie semble être exclusivement héréditaire, sans intervention du milieu. Il s'agit de la perforation de la clavicule, l'apophyse supra-épitrochléenne, le tunnel osseux supra-épitrochléen, le foramen sternal.

Leur fréquence importante dans un échantillon réduit peut faire évoquer un foyer familial.

Remarquons prudemment que des caractères autrefois exclusivement attribués à l'hérédité sont aujourd'hui considérés comme influencé par le milieu (*spina bifida* de l'atlas et du sacrum).

- **Caractères essentiellement liés à l'activité :**

Quelques caractères sont particulièrement liés à l'activité physique. Il s'agit des enthésopathies en relief de l'humérus, de la crête supinatrice de l'ulna, de l'exostose du moyen glutéal, de la ptère humérale, et des fractures de fatigue probables (spondylolyse, os trigone, *calcaneus secundarius*). Il est cependant difficile d'exclure formellement la notion de prédisposition personnelle (autrement dit héréditaire) dans l'expression ou non de ces caractères.

La présence de nombreux autres caractères (en particulier les enthésopathies) est assurément liée à l'activité physique, mais d'autres facteurs interviennent aussi conjointement.

Notons que l'activité physique est une notion vaste et peu spécifique pouvant comprendre à la fois des mouvements physiologiques répétés en très grand nombre (mouvements répétitifs avec frottements articulaires intenses), des macro-traumatismes plus rares mais itératifs (arrachements ligamentaires répétés sur une enthèse), des surpressions articulaires (sur des articulations des membres inférieurs par exemple).

Ces différentes activités n'auront pas forcément le même retentissement physiopathologique. Nous suggérons par exemple que les enthésopathies en relief sont plutôt issus de la répétition de micro-arrachements ligamentaires (exemple : crête tricpitale), alors que l'arthrose d'activité serait plutôt le fait de mouvements répétitifs (exemple : arthrose du coude) ou l'arthrose de surcharge liée à la surpression chez l'obèse (exemple : arthrose du genou).

Aucun caractère ne nous apparaît spécifique d'une activité précise. Nous avons signalé le bûcheronnage pour l'origine de la crête tricépitale ou l'équitation pour l'exostose du moyen-fessier mais il ne peut s'agir que d'exemple.

La question l'étiologie d'activité est un enjeu important en paléopathologie puisque la notion et la valeur des « marqueurs osseux d'activité » en découlent. Nous évoquerons ce concept plus loin (page 262).

#### - **Caractères liés à l'alimentation :**

L'influence de l'alimentation peut intervenir à plusieurs moments de l'existence sur les caractères osseux étudiables :

- Durant la période embryonnaire : il a été montré que la carence en acide folique durant les tous premiers jours de la formation embryonnaire peut être à l'origine de malformations du tube neural et responsable en particulier de *spina bifida* de l'atlas et du sacrum.
- Durant l'enfance (croissance) : la taille adulte de l'individu subit l'influence de la qualité et quantité de son alimentation durant la période de la croissance de ses os longs (enfance et adolescence). Nous avons suggéré que certains caractères (perforation et translucidité du septum huméral) pouvaient être sous la dépendance de carence alimentaire durant la croissance, une analyse à Notre-Dame-du-Bourg des facteurs de stress durant la croissance (lignes de Harris par exemple) pourrait apporter ou non une confirmation.
- Durant l'existence, le régime alimentaire global influe évidemment sur la longévité de l'individu. Toutes les variations diététiques peuvent avoir des conséquences sanitaires :
  - Quantité : carence (famine, disettes) ou surabondance (obésité, goutte)
  - Qualité : équilibre global des nutriments, vitamines et oligo-éléments.
  - Produits toxiques : intoxication au plomb (saturnisme), ergotisme.
  - Autres produits : silice dans le pain provoquant des abrasions dentaires.

Les caractères osseux sont une expression du métabolisme ostéo-calcique sous la dépendance de facteurs hormonaux et nutritifs. Une carence alimentaire pourra modifier globalement l'expression de ces caractères.

- **Lien avec robustesse de l'os**

L'apparition de certains caractères semble liée à la robustesse générale de l'os (ptère humérale, perforation et translucidité du septum, fosse hypotrochantérique). Il ne s'agit pas à proprement parler d'un lien étiologique mais plutôt d'une évolution et d'une apparition conjointe à analyser ensemble.

- **Lien avec l'âge**

L'âge est un élément très souvent primordial dans l'évolution des caractères osseux par plusieurs phénomènes :

- Dégénérescence : les plus âgés possèdent par définition plus de lésions cumulatives (aggravation des lésions pathologiques sans retour à un état antérieur physiologique). Il s'agit des lésions de l'arthrose, de la maladie hyperostotante et de la plupart des enthésophytes. Cette même évolution cumulative (sans qu'il s'agisse de pathologie) concerne aussi peut-être le périmètre des os longs. D'autres affections dégénératives comme des fractures de stress peuvent se ressouder secondairement (cas de la spondylolyse, des os trigone et *calcaneus secundarius*).
- Certains caractères n'existent par définition qu'à l'âge adulte, leur existence étant physiologique durant la croissance ou l'enfance (os acromial, *spina bifida* de l'atlas).
- Certains caractères voient leur présence se modifier selon l'âge au décès, sans qu'il s'agisse véritablement de lésions dégénératives (séparation de la surface articulaire olécranienne, position tubérositaire du radius).
- Immaturité : certains caractères au contraire ont tendance à disparaître avec l'âge (fosses enthésopathiques, fosse d'Allen, troisième trochanter, fosse hypotrochantérique, tubercule de Gerdy). Le mécanisme de la disparition de ces signes d'immaturité vient peut-être du remaniement osseux diaphysaire ayant tendance à réduire ces reliefs.

Pour un grand nombre de caractères, il est donc primordial de connaître l'âge au décès. Un taux global dans un échantillon pouvant considérablement varier en fonction de la représentation des différentes classes d'âge.

- **Lien avec le sexe**

L'influence du sexe concerne certains caractères mais son influence apparaît moins forte que l'âge.

La durée de vie relativement plus faible des femmes en âge de procréer s'explique sûrement en grande partie par la mortalité des parturientes.

Certains caractères qui semblent fortement liés à l'activité physique sont plus fréquents chez les hommes (insertions en relief de l'humérus, ptère) mais pas tous (crêtes tricipitale et supinatrice).

La translucidité du septum huméral est nettement plus fréquente chez les femmes, peut-être en raison d'une minéralisation féminine moins dense.

Le métabolisme osseux est sous la dépendance de facteurs hormonaux pouvant différer entre les hommes et les femmes. L'ostéoporose en particulier atteint préférentiellement les femmes ménopausées. L'activité physique peut aussi varier : Au sein d'une même société, les tâches sont habituellement réparties différemment entre les sexes. L'intensité peut être différente, mais surtout les types d'activités. Il faut toutefois se méfier d'une dichotomie trop calquée sur des périodes historiques documentées où les hommes travailleraient et les femmes s'occuperaient de l'intérieur. Si ce schéma est globalement commun aux sociétés européennes, le travail physique des femmes dans une société non-mécanisée comme au Moyen Âge n'est sans doute pas à négliger.

- **Liens avec le côté**

Il a déjà été signalé que les différences selon le côté sont rares et liées à la latéralisation manuelle.

- **Liens avec des traumatismes**

Les liens entre l'arthrose et des antécédents de traumatismes ont été étudiés et documentés. Il s'agit surtout des arthroses de la cheville et dans une moindre mesure de la hanche.

Nous avons déjà signalé que de nombreuses enthésopathies sont probablement liées à des micro-arrachages répétés des insertions tendino-musculaires.

### - **Autres étiologies**

- Obésité : son rôle est particulièrement décrit dans les pathologies dégénératives des membres inférieurs comme l'arthrose du genou et dans une moindre mesure de la hanche. À Notre-Dame-du-Bourg cependant, l'épidémiologie de l'arthrose du genou est plutôt en faveur d'une rareté de l'obésité dans la population.
- Pathologies métaboliques : le rôle du diabète est connu dans l'apparition de la maladie hyperostotante. Des déséquilibres hormonaux peuvent induire des pathologies de croissance de l'os (exemple : acromégalie) mais ce sont des pathologies très rares.
- Affections inflammatoires chroniques : pouvant provoquer des épines plantaires et achilléennes mais aussi des dégradations articulaires intenses et des ostéophytes.
- Une carence en vitamine D, liée à une exposition solaire insuffisante, est le responsable le plus fréquent du rachitisme.

Exepté pour les quatre caractères à l'étiologie exclusivement héréditaire, il n'apparaît donc pas d'étiologie spécifique pour aucun des autres caractères. Dans la plupart des cas, il faut envisager une action commune du terrain (inné) et du milieu (acquis) pour expliquer la formation d'un caractère. Cette double origine caractérise d'ailleurs l'individu, autant physique que mental. Pour certains caractères, la part (même approximative) de chacune des deux étiologies est mal connue.

Dans un échantillon donné, l'étiologie supposée de ces caractères doit être considérée conjointement aux connaissances historiques ou archéologiques pour pouvoir proposer une signification admissible.

### **3- Les « marqueurs osseux d'activité »**

La notion de « marqueur osseux d'activité » a déjà été évoquée dans les chapitres sur l'arthrose (page 102) et les enthésopathies (page 151). C'est surtout vers le début des années 1980 que les anthropologues vont utiliser les travaux de la médecine du sport et des maladies professionnelles pour tenter de retrouver les traces d'activités physiques intensives sur les squelettes exhumés. Les auteurs anglo-saxons vont associer les atteintes des enthésopathies, de l'arthrose et de certaines fractures pour définir la nouvelle notion de *patterns of activity induced pathology* (Merbs 1983) ou encore de *skeletal markers of occupational stress*

(Kennedy 1989). Nous utilisons la traduction française de « marqueur osseux d'activité » (Dutour 1992). Ces lésions osseuses sont sensées refléter la répétition laborieuse d'une activité quotidienne.

La méthode a eu un succès immédiat car ces lésions sont assez fréquentes pour permettre des statistiques à partir de faibles effectifs. Un florilège de ces marqueurs osseux d'activité est rapidement associé à des activités précises et des diagnostics spectaculaires parfois établis.

Rapidement, des critiques sur la méthodologie et les résultats sont venus tempérer cet enthousiasme (Jurmain 1990 ; Stirland 1991 ; Dutour 1992). Le plus important problème est celui de la spécificité : comment être sûr que la lésion observée traduit telle activité et elle seule. Notons que ces « marqueurs osseux d'activité » sont étudiés à partir de populations contemporaines (on ne peut faire autrement) ayant des activités physiques intenses, répétitives, pénibles (ouvriers de fonderie, marteaux pneumatiques) ou physiologiquement exagérées (sportifs professionnels). Il n'est pas du tout sûr qu'une telle intensité et répétition du même geste soit courante chez les populations anciennes qui avaient sans doute des activités plus diversifiées (agriculture). Certaines exceptions sont cependant bien connues (cavaliers chez Pálfi 1997) mais ne sauraient représenter une majorité, surtout dans la population d'un bourg médiéval sur plus d'un millénaire que nous étudions ici.

L'arthrose est étudiée depuis longtemps dans les populations anciennes avec des conclusions souvent contradictoires. Jurmain (1977b ; 1980 ; 1990 ; 1991 ; 1995) après de nombreuses études sur l'arthrose ne croit pas possible de retrouver la ou les activités qui auraient pu l'induire. Il met en garde contre le « raisonnement circulaire » de certains auteurs qui, selon lui, ne font que réutiliser les diagnostics pré-établis d'activité.

Les enthésopathies posent un problème différent, elles ne sont pas liées à un système articulaire complexe, mais plutôt le reflet direct d'une sur-activité musculaire sur son insertion osseuse. Pourtant leur mode de formation (liée à quelques arrachages tendineux traumatiques) doit inciter à la prudence, d'autant que la réponse enthésopathique variera d'un individu à l'autre.

Il faut sans doute revenir sur la nature profonde des caractères osseux observés. Arthrose, enthésopathies et autres caractères discrets sont tous issus de phénomènes biologiques complexes. Ils se forment pour la plupart sous la double influence de l'hérédité et du milieu. Le terme même de « marqueur » nous semble tendancieux puisqu'il sous-entend une



spécificité qu'ils n'ont pas. Leur étude n'en est pas inutile pour autant mais il faut les prendre pour ce qu'ils sont, des indices biologiques à l'étiologie complexe, et rester prudent quand aux interprétations.

Certains éléments préalables nous semblent indispensables avant de tirer des conclusions sur le mode de vie et l'état de santé des populations. Les commentaires doivent se baser sur une approche statistique solide, il convient d'analyser un échantillon de taille importante, avec des diagnostics d'âge, de sexe et de datation les plus fiables possible. Les diverses conclusions doivent se fonder sur un faisceau d'arguments statistiques concernant l'ensemble de la population (adultes, enfants, fœtus) et du squelette (crânien et post-crânien).

#### 4- Étude diachronique

Les éléments étiologiques que nous avons déterminés peuvent maintenant être appliqués à l'échantillon de Notre-Dame-du-Bourg.

La faible représentation des périodes « 1 », « 2 », et « 3B » nous contraint à ne pas proposer de tests statistiques pour ces périodes. Les déterminations de sexe et d'âge en particulier diminuent encore tellement l'effectif pour chaque catégorie qu'une comparaison statistique devient impossible.

Par souci de cohérence, nous reprendrons l'analyse des caractères, étiologie par étiologie,

##### a. Tableau général diachronique (tableau 154).

**Légende du tableau 154 :** ↗ et ↘ signifient une augmentation et une diminution significative ( $p < 0,05$ ) entre la période « 3A » et la période « 4 ». Les flèches doubles indiquent une différence très significative ( $p < 0,001$ ). La colonne « différence sexuelle » indique pour chacune des deux périodes si le caractère est significativement plus présent chez les hommes (« H ») ou les femmes (« F »). « - » indique une différence non significative, « \* » indique que le test statistique n'a pas pu être calculé. Les cases grisées indiquent un calcul non effectué. Le test utilisé est le test du  $\chi^2$  sauf « 1 » avec le test exact de Fisher. Pour les mesures des os longs, le test de Student a été utilisé.

Signes		Tous	♂	♀	Moins 30 ans	Plus 30 ans	Moins 50 ans	Plus 50 ans	Différence sexuelle	
									3A	4
Durée de vie	Atteignant 30 ans	-	-	-					-	-
	Atteignant 50 ans	-	-	-					-	H
Taille des os longs	Clavicule longueur		-	-						
	Clavicule robustesse		↗	*						
	Humérus longueur		-	-						
	Humérus robustesse		-	-						
	Radius longueur		↗↘	↗↘						
	Radius robustesse		-	-						
	Ulna longueur		↗↘	↗↘						
	Ulna robustesse		-	↗						
	Fémurs longueur		↗↘	↗						
	Fémurs robustesse		-	*						
	Tibia longueur		↗	↗↘						
	Tibia robustesse		-	-						
	Proportion des membres		-	-						
Arthrose	Épaule	-	-	-	*	*	*	*	*	*
	Coude	↗	↗	-	*	-	-	↗	-	H
	Poignet	-	-	-	*	*	*	*	*	*
	Hanche	-	-	-	*	*	*	*	*	*
	Genou	-	-	-	*	*	*	*	-	-
	Cheville	-	-	-	*	*	*	*	*	*

tableau 154 : évolution des caractères étudiés entre les périodes « 3A » et « 4 ».

Signes	Tous	♂	♀	Moins 30 ans	Plus 30 ans	Moins 50 ans	Plus 50 ans	Différence sexuelle		
								3A	4	
<b>Maladie hyperostosante</b>	-	*	*	*	*	*	*	*	*	
<b>Enthésopathies</b>	Insertion du grand pectoral - relief	-	-	-	*	-	-	-	H	H
	Insertion du grand pectoral - fosse	-	-	*	*	-	-	-/	*	*
	Insertion du grand rond - relief	-	-	*	*	-	-	-	-	H
	Insertion du grand rond - fosse	-	-	*	*	-	-	-	-	H
	Tubérosité bicipitale - relief	-	-	-	-	↘	-	-	-	-
	Tubérosité bicipitale - fosse	-	-	-	↗	-	-	-	-	H
	Insertion du rond pronateur - relief	-	*	*	*	-	*	-/	*	*
	Insertion du rond pronateur - fosse	-	-	*	*	*	-	-/	*	-
	Crête tricipitale	-	↘	-	*	-	-	-	-	-
	Crête supinatrice	↘	↘	-	↘	-	-	↘	-	F
	Insertion du muscle brachial - relief	-	-	-	*	-	-	-/	*	-
	Insertion du muscle brachial - fosse	↘↘	↘	-	*	↘	-	↘	-	-
	Fosse trochantérique - spiculée	↗↗	-	-	*	*	-	-	-	-
	Exostose du moyen glutéal	↗	*	*	*	*	*	-/	*	*
	Ligne soléaire - relief	-	-	*	*	-	-	-/	-	-
	Ligne soléaire - fosse	↘	↘	-	*	-	-	-/	-	*
	Insertion du quadriceps fémoral	-	-	-	*	-	-	-/	-	-
	Épine plantaire	-	*	-/	*	*	*	-/	*	-/
	Épine achilléenne	-	-	-/	*	-	*	-	-	H

tableau 154 (suite) : évolution des caractères étudiés entre les périodes « 3A » et « 4 ».

Signes	Tous	♂	♀	Moins 30 ans	Plus 30 ans	Moins 50 ans	Plus 50 ans	Différence sexuelle	
								3A	4
Perforation de la clavicule	↘	*	*	*	*	*	*	*	*
Os acromial	-	*	*	*	-	-	*	*	-
Ptère humérus	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Apophyse supra- épitrochléenne	-	*	*	*	*	*	*	*	*
Perforation humérale	↘	-	↘	↘	-	-	*	F	-
Translucidité du septum huméral	↔↔	↔↔	↔↔	↔↔	↔↔	↔↔	↔↔	-	-
Tunnel osseux supra- épitrochléen	-	-	*	*	*	-	*	*	*
Position tubérositaire, type 2	↘	-	-	-	-	↘	-	-	-
Séparation olécranienne	-	-	-	*	-	-	-	H	-
Fosse d'Allen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extension de la surface articulaire	-	*	*	*	*	*	*	*	*
Empreinte iliaque	↘↘	↘	-	-	↘	↘	↘	-	-
Troisième trochanter	↘	-	-	-	-	↘	*	-	F
Fosse hypotrochantérique	↘	-	-	-	-	↘	-	-	-
Crête glutéale	↔↔	↔↔	-	*	-	↔	-	F	-
<i>Patella partita</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Encoche du vaste sur patella	↘	↘	-	*	↘	-	*	-	-
Tubercule de Gerdy	↘↘	↘↘	↘↘	↘	↘↘	↘↘	↘↘	-	-
Os trigone du talus	↔	*	*	*	*	*	*	*	-
<i>Calcaneus secundarius</i>	-	-	-	*	-	*	*	-	-
<i>Spina bifida</i> de l'atlas	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Foramen sternal	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Spondylolyse lombaire	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Spina bifida</i> du sacrum	*	*	*	*	*	*	*	*	*

tableau 154 (suite) : évolution des caractères étudiés entre les périodes « 3A » et « 4 ».

## **b. Variations selon l'étiologie**

### **○ Caractères exclusivement héréditaires**

Des quatre caractères jugés exclusivement héréditaires, seule la perforation de la clavicule montre une différence diachronique, avec une plus grande fréquence dans la période « 3A ». Même si elle n'est pas statistiquement significative, une nette augmentation du nombre d'apophyses supra-épitrochléennes s'observe entre les deux périodes.

Ces variations pourraient indiquer une modification du pool génétique entre les deux périodes. Il nous semble plutôt qu'il s'agit de deux signes rares, dont la plus grande fréquence dans une période pourrait plutôt s'expliquer par deux foyers familiaux isolés. Une analyse génétique de ces individus pourrait éclairer ce point.

L'hypothèse d'une modification du pool génétique pourra être testée par l'étude des caractères discrets crâniens voire de la crâniométrie. Il n'existe cependant pas de données historiques permettant de supposer un remplacement radical de la population dignoise entre le 11<sup>e</sup> et le 16<sup>e</sup> siècle.

### **○ Caractères mixtes (héréditaires et mésologiques) liés à l'alimentation**

La discrète augmentation de la durée de vie entre les deux périodes n'est pas statistiquement significative.

La taille globale des individus chute significativement par une réduction globale de la taille de tous les os longs (sauf l'humérus). La robustesse globale des os ne semble pas varier. Si une modification génétique n'est pas retenue, il faut pouvoir expliquer cette diminution staturale. La taille de l'adulte renseigne sur la qualité de la phase de croissance durant son enfance. Les données historiques font état pourtant d'amélioration des techniques agricoles et des conditions sanitaires entre le 11<sup>e</sup> et le 16<sup>e</sup> siècle. D'autres facteurs sont à rechercher : carences ou malnutrition des enfants et adolescents, maladies infantiles plus importantes, travail des enfants ? Des périodes répétées de famines ou disettes durant la croissance pourraient sans doute expliquer un déficit statural, mais sont-elles plus fréquentes durant la période « 4 » ? Le léger déséquilibre de la représentation sociale durant la période « 4 » à Notre-Dame-du-Bourg intervient sans doute, mais nous semble insuffisante à expliquer une telle différence.

Les indices que constituent les taux d'arthrose de hanche et de genou vont dans le sens d'une rareté de l'obésité.

La translucidité du septum huméral pourrait être en rapport avec la minéralisation globale de l'os. Nous avons vu combien ce caractère variait entre les deux périodes, dans le sens d'une plus faible minéralisation pendant la période « 4 ». Inversement et paradoxalement, le troisième trochanter et la fosse hypotrochantérique sont classiquement associés à des os de faible constitution, or leur proportion diminue entre les deux périodes.

Une analyse diachronique des lignes de Harris, de l'ostéodensité, de la dentition ou encore des isotopes alimentaires pourraient apporter des éléments de connaissance sur ce point.

### ○ **Caractères liés à l'activité**

#### **Membre supérieur**

L'étude des modifications des caractères du membre supérieur peut refléter diverses influences du milieu : activité manuelle, port de charge, lancer, etc. Ces activités sont souvent intimement liées à l'activité professionnelle.

L'arthrose du coude augmente uniquement chez les hommes de la période « 4 » alors que les crêtes tricipitales et supinatrices et la fosse d'insertion du muscle brachial sur l'ulna diminuent. La tubérosité bicipitale en forme de relief diminue chez les individus de plus de 30 ans. Le taux des insertions humérales ne varie pas significativement.

L'évolution est donc double, une baisse des enthésopathies conjuguée à une augmentation de l'arthrose du coude. En retenant l'activité comme l'étiologie principale de ces caractères, il apparaît donc une modification globale de l'activité du membre supérieur entre la période « 3A » et la période « 4 », principalement chez les hommes.

Les évolutions inverses de l'arthrose du coude et des enthésopathies montrent que ces pathologies obéissent à des lois différentes et peut-être des activités différentes. Le coude n'étant pas une articulation porteuse, l'arthrose y est surtout due à des micro-traumatismes à type de secousses répétées ou à des mouvements exagérément répétés, voire des travaux en surpression. Nous avons signalé que les enthésopathies sont issus de micro-arrachages répétées de l'enthèse. Les activités responsables d'enthésopathies doivent être assez brutales, violentes et répétées. Des efforts intenses sont probablement responsables. Tous les travaux de force du membre supérieur peuvent être envisagés (port de charge lourdes, bûcheronnage ou piochage, prono-supination en force, etc.)

### **Membre inférieur**

L'étude des modifications des caractères du membre inférieur peut refléter diverses influences du milieu : déplacement (marche, course, équitation), position de repos (accroupissement, station assise), chaussage, etc.

Aucune différence diachronique sur l'arthrose des membres inférieurs n'apparaît.

L'exostose du moyen glutéal voit son taux augmenter. Ce pourrait être le reflet d'une pratique plus fréquente de l'équitation (historiquement documenté entre les périodes) mais l'indice encore mince mériterait d'être conforté par d'autres éléments. L'augmentation de la crête glutéale semble être liée à l'activité de la même zone. Mais son lien avec l'équitation n'est pas formellement établi.

L'augmentation du nombre des os trigones reflète des micro-traumatismes du tarse plus fréquents si l'étiologie d'une fracture de fatigue est retenue.

L'augmentation des aspects spiculés de la fosse trochantérique du fémur semble plus lié à un biais de recrutement (échantillon de la période « 4 » plus âgé) qu'à une modification d'activité.

L'interprétation des diminutions de l'empreinte iliaque et de l'encoche du vaste sur la patella (chez les hommes) est délicate. Il s'agit sans doute du reflet d'une activité de position (hanche et genou), mais aucune étiologie n'est clairement définie. Ces deux signes que nous réunissons ici sur une évolution commune n'ont peut-être aucun lien physio-pathologique. Mais ces deux variations concernant surtout les hommes, évoquent une modification de l'activité masculine des membres inférieurs entre les deux périodes. Il ne nous est pas possible de mieux définir le type d'activité concerné.

Notons *a contrario* qu'il ne s'observe pas de telles variations diachroniques chez les femmes qui ont peut-être une plus grande stabilité d'activité au cours des siècles.

#### **○ Autres étiologies**

D'autres caractères voient leur fréquence diminuer entre les deux périodes : Il s'agit de la *fossa solei*, de la perforation humérale, du troisième trochanter et de la fosse hypotrochantérique. Il ne nous est pas possible d'en proposer une signification étiologique.

### **c. différenciation sexuelle**

Certains caractères atteignent plus l'un ou l'autre sexe dans chaque période considérée.

Les hommes de la période « 4 » atteignent plus souvent l'âge de 50 ans que leurs concitoyennes, alors que la différence n'est pas significative dans la période « 3A ». La tendance va donc à l'exagération de la différence de longévité.

L'arthrose du coude n'est plus fréquente chez les hommes que pendant la période « 4 ».

Pour 4 enthésopathies (insertions du grand rond en fosse et relief, fosse bicipitale, épine achilléenne) la même sur-représentation masculine s'observe dans la période « 4 » mais non la période « 3A ». Curieusement, la différence sexuelle se creuse aussi pour la crête supinatrice pendant la période « 4 » mais vers une sur-représentation féminine. Inversement la crête glutéale atteignait plus les femmes dans la période médiévale alors que la différence disparaît dans la période pré-moderne.

En ce qui concerne les caractères pouvant être liés à l'activité, il semble donc y avoir à Notre-Dame-du-Bourg une tendance séculaire globale vers une plus grande séparation des tâches entre les sexes. Il peut être proposé que le pénible et ancestral travail des champs requérait l'intégralité des bras disponibles dans une société rural archaïque. Plus tard, les améliorations des techniques agricoles ont pu libérer (en partie) les femmes de ces travaux de force pour se consacrer à d'autres.

Trois autres caractères montrent une répartition sexuelle différente selon les périodes : perforation humérale, séparation de la surface articulaire olécrânienne et troisième trochanter. L'interprétation de ces variations est délicate.

### **d. Lien avec l'histoire européenne**

En simplifiant jusqu'à la caricature, les individus de la période « 4 » sont moins grands, et ont changé d'activité (efforts moins intenses ? plus répétitifs ? plus d'équitation ?) que leurs prédécesseurs de la période « 3A ». Les femmes ayant probablement une activité différente (physiquement moins intense ?) que leurs aïeules.



## 5- Limites de l'étude

Au moment de conclure de travail vient le moment des regrets sur ce qui n'a pas été fait, ou sur ce qui aurait pu être mieux fait. Oublis, défaut ou manque de temps, ces limites présentent plusieurs aspects :

### a. limites scientifiques :

- La variabilité intra-observateur nous a semblé un point particulièrement important à prendre en compte. Nous avons récusé la valeur de certains caractères sur une variabilité intra-observateur trop importante. Il est donc regrettable que certains caractères étudiés n'aient pas été testés.
- La variabilité inter-observateur n'a pas été calculée, ce qui rend les comparaisons entre études délicates.
- Nous nous sommes basés sur un diagnostic d'âge au décès des adultes dont l'imprécision doit rendre prudente les conclusions et les résultats intégrant cette donnée. Malheureusement, aucune technique alternative ne permet actuellement de diminuer cette imprécision. Le diagnostic de sexe est par contre établi avec une fiabilité qui nous semble satisfaisante.

### b. Manque de temps :

Le temps nous a manqué pour compléter certains chapitres ou en intégrer d'autres qui auraient eu leur place dans cette étude sur le post-crâne. La disparition en cours de thèse du laboratoire d'anthropologie de la faculté de Médecine de Marseille Nord où sont stockés les ossements a également limité les investigations supplémentaires souhaitées. Nous aurions souhaité en particulier :

- Augmenter l'échantillon de l'étude de l'arthrose de la hanche et de l'épaule.
- Intégrer l'étude des lésions infectieuses avec retentissement osseux possible (tuberculose, syphilis, ostéites diverses, etc.)
- Intégrer l'étude des fractures des os longs.
- Intégrer une étude plus complète du rachis. L'abondance du matériel et son assez mauvais état de conservation nous ont empêchés de réaliser une étude de la statique vertébrale et de l'arthrose vertébrale.

c. Multidisciplinarité

- Cette étude ne prendra pleinement son sens qu'une fois reliée au reste des éléments ostéo-anthropologiques (crânes et enfants). D'autres éléments paléopathologiques et anthropologiques devront également lui être associés pour offrir une vision plus juste de l'état physique de cet échantillon de population dignoise. Elle n'offre à elle-seule qu'une vision incomplète de l'anthropologie du site.
- Plus largement, le lien avec les connaissances archéologiques et historiques du site reste à réaliser. Quelques données historiques ont été utilisées mais, par manque de connaissances sur le sujet et par crainte de nous aventurer sur un terrain qui n'est pas le nôtre, nous nous sommes limité à une approche essentiellement biologique.

## CONCLUSION

L'étude des caractères étudiés sur les squelettes des adultes de la nécropole de Notre-Dame-du-Bourg nous a permis des approches successives et différentes.

Différents critères de datation, de sexe et d'âge ont été utilisés pour la détermination de nombreuses caractéristiques épidémiologiques. La grande taille de l'échantillon étudié a permis une analyse statistique satisfaisante. Après avoir discuté sur l'étiologie des différents signes, nous avons pu appliquer ces conclusions sur l'échantillon étudié.

Nous ne retenons pas d'argument convainquant en faveur d'un changement radical du pool génétique à Digne entre les 11<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles. Les variations de taux de certains caractères purement génétiques évoquent plutôt des foyers familiaux.

Pour certains caractères, des différences émergent entre les 11<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles. La stature générale des individus baisse. Plusieurs indices suggèrent que l'activité physique imposée au membre supérieur est sans doute modifiée. Les variations sont plus discrètes au niveau du membre inférieur. Dans la période la plus récente, les prévalences entre les sexes des caractères étudiés montrent une plus grande variation que dans la période la plus ancienne. Il est possible que cela reflète une évolution vers une répartition sexuelle des tâches plus déséquilibrée. La modification du mode de vie de ces populations a sans doute été importante sur cette période qui correspond à de grands bouleversements socio-économiques en Europe et en France.

Il faut pourtant reconnaître que la signification des différents caractères osseux nous apparaît souvent incertaine, soit par une carence d'études et de données épidémiologiques, soit par une physiopathologie encore insuffisamment comprise.

Dans ces conditions, l'interprétation des données anthropologiques et paléopathologiques d'un site doit être menée avec prudence, en prenant garde aux interprétations abusives. Certains éléments préalables nous semblent indispensables à une approche statistique convaincante : un échantillon de taille importante, un diagnostic d'âge, de sexe et de datation le plus fiable possible. Les diverses conclusions doivent se fonder sur un faisceau d'arguments statistiques concernant l'ensemble de la population (adultes, enfants, fœtus) et du squelette (crânien et post-crânien). Une collaboration étroite avec les données historiques et archéologiques est indispensable pour aboutir à une vision globale et multidisciplinaire concernant des populations disparues.

Nous sommes conscient que ce travail est loin de réunir toutes ces exigences. Nous espérons cependant avoir contribué à une meilleure connaissance des conditions de vie des adultes exhumés à Notre-Dame-du-Bourg. Nous ajoutons donc notre pierre à l'édifice déjà bien avancé de l'étude de ce site. Nous espérons pouvoir continuer à travailler l'ambitieux programme archéologico-anthropologique qu'il suscite en permettant une meilleure connaissance de la vie au Moyen Âge et au début de l'ère moderne.

## INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

### 1- Index des tableaux :

- tableau 1: chronologie historique simplifiée de l'Europe et la Provence du 4<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> siècle  
(Busquet, Bourrilly *et al.* 1972 ; Delort 1982 ; Fossier 1982)
- tableau 2: grandes évolutions en France entre le 11<sup>e</sup> et le 17<sup>e</sup> siècle (Duby 1977 ; Delort 1982  
; Fossier 1982 ; Le Roy Ladurie 1983)
- tableau 3: effectifs de l'échantillon de travail de Notre-Dame-du-Bourg (ossements d'adultes  
provenant d'une tombe unique) selon les déterminations de sexe, d'âge et de période
- tableau 4 : détail des sexes et âges des individus de l'ensemble de l'échantillon de Notre-  
Dame-du-Bourg suivant les périodes
- tableau 5 : détail des sexes et âges des individus de l'échantillon de travail de Notre-Dame-  
du-Bourg suivant les périodes
- tableau 6 : comparaison des sex-ratio (hommes/femmes) entre les périodes « 3A » et « 4 »  
selon les tranches d'âge
- tableau 7 : comparaison des âges atteints par les hommes et les femmes suivant les périodes
- tableau 8 : comparaison de la prévalence d'individus atteignant l'âge de 50 ans dans les 5  
périodes
- tableau 9 : effectif des os mesurés
- tableau 10 : méthodes des mesures utilisées (d'après Olivier 1960)
- tableau 11 : caractéristiques des moyennes, périmètres (en mm) et robustesses des os selon le  
côté
- tableau 12 : comparaison des longueurs des os selon le sexe
- tableau 13 : caractéristiques des moyennes, périmètres (en mm) et robustesses des fémurs et  
humérus selon l'âge
- tableau 14 : valeurs des longueurs et périmètres (en mm) des os mesurés suivant les périodes,
- tableau 15 : détail de l'épidémiologie des mesures des os (en mm) selon les sexes entre les  
périodes « 3A » et « 4 »
- tableau 16 : proportion des membres (humérus+radius / fémur+tibia) chez les hommes et les  
femmes des périodes « 3A » et « 4 »
- tableau 17 : estimation des tailles des individus (en cm) pour les hommes et les femmes des  
périodes « 3A » et « 4 »
- tableau 18 : différence droite/gauche des longueurs et de périmètres des humérus

tableau 19 : comparaison entre la taille des fémurs à Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 20 : variabilité intra-observateur du recueil d'arthrose

tableau 21 : détail de la topographie de l'arthrose selon les unités articulaires du coude à Notre-Dame-du-Bourg (sur 548 coudes examinés)

tableau 22 : types d'atteinte en fonction des stades d'évolution de l'arthrose du coude

tableau 23 : prévalence de l'arthrose du coude à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 24 : comparaison des taux d'arthrose du coude entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 25 : effectif des genoux étudiés à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 26 : topographie des différentes lésions selon les os

tableau 27 : gonarthrose suivant les côtés et suivant les échantillons de genoux choisis

tableau 28 : topographie des lésions sur l'échantillon de 64 genoux complets arthrosiques

tableau 29 : topographie de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg selon le sexe et la période

tableau 30 : comparaison du rapport AFP/AFT dans diverses études

tableau 31 : épidémiologie de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 32 : topographie de la gonarthrose à Notre-Dame-du-Bourg selon le sexe

tableau 33 : comparaison des atteintes de gonarthrose selon le sexe

tableau 34 : comparaison des taux de gonarthrose entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 35 : épidémiologie de l'échantillon d'individus sélectionnés

tableau 36 : arthroses des grosses articulations selon les sites et les types d'atteintes

tableau 37 : épidémiologie de l'omarthrose à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 38 : comparaison de la prévalence d'omarthrose entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études paléopathologiques

tableau 39 : épidémiologie de l'arthrose du poignet à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 40 : comparaison de la prévalence d'arthrose du poignet entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études paléopathologiques

tableau 41 : épidémiologie de la coxarthrose à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 42 : comparaison des taux de coxarthrose entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 43 : comparatif du rapport coxarthrose / gonarthrose (C/G) dans divers échantillons de populations d'origine européenne classées par ordre chronologique

tableau 44 : épidémiologie de l'arthrose de la cheville à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 45 : comparaison des taux d'arthrose de la cheville entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 46 : comparaison des atteintes d'arthrose du coude et de gonarthrose entre les échantillons avec et sans maladie hyperostotique

tableau 47 : influence des étiologies sur les différentes atteintes d'arthrose

tableau 48 : répartition du taux d'enthésopathies dans un échantillon possédant plus de 10 sites examinables

tableau 49 : épidémiologie des 36 individus possiblement atteints de maladie hyperostotante

tableau 50 : âge des individus étudiés suivant les périodes

tableau 51 : liste des 13 sites d'enthésopathies étudiés

tableau 52 : prévalence et épidémiologie de l'insertion du grand pectoral et du grand rond à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 53 : comparaison de la prévalence d'insertion en relief du grand pectoral entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 54 : comparaison de la prévalence de *Fossa pectoralis* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 55 : comparaison de la prévalence de *Fossa teres* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 56 : comparaison de la prévalence d'association *Fossae pectoralis* et *teres* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 57 : prévalence et épidémiologie de l'enthésopathie de la tubérosité bicipitale du radius

tableau 58 : comparaison de la prévalence d'enthésopathie de la tubérosité bicipitale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 59 : prévalence et épidémiologie de l'insertion du rond pronateur

tableau 60 : comparaison de la prévalence de *Fossa pronator* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 61 : prévalence et épidémiologie de la crête tricipitale à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 62 : comparaison de la prévalence de crête tricipitale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 63 : prévalence et épidémiologie de la crête supinatrice à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 64 : comparaison de la prévalence de crête supinatrice entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 65 : prévalence et épidémiologie de l'empreinte du muscle brachial

- tableau 66 : comparaison de la prévalence d'enthésopathie du muscle brachial entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 67 : prévalence et épidémiologie des trois aspects de la fosse trochantérique
- tableau 68 : comparaison des taux d'aspect spiculé de la fosse trochantérique entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 69 : prévalence et épidémiologie de l'exostose du moyen glutéal
- tableau 70 : prévalence et épidémiologie de la ligne soléaire
- tableau 71 : comparaison de la prévalence de la ligne soléaire entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 72 : prévalence et épidémiologie des enthésopathies patellaires à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 73 : comparaison de la prévalence d'enthésopathie patellaire entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 74 : prévalence et épidémiologie de l'épine sous-calcaneenne
- tableau 75 : comparaison de la prévalence d'épine sous-calcaneenne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 76 : prévalence et épidémiologie de l'épine achilléenne à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 77 : comparaison de la prévalence d'épine achilléenne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 78 : variabilité intra-observateur des enthésopathies relevées à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 79 : Résultat des tests statistiques pour le facteur âge des enthésopathies en relief suivant le sexe et la période
- tableau 80 : Résultats des tests statistiques des enthésopathies pour la comparaison des périodes « 3A » et « 4 » entre les sexes
- tableau 81 : Résultats des tests statistiques des enthésopathies pour la comparaison des sexes entre les périodes « 3A » ou « 4 »
- tableau 82 : liste des 24 caractères discrets post-crâniens étudiés
- tableau 83 : prévalence et épidémiologie de la perforation de la clavicule à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 84 : comparaison de la prévalence de perforation de la clavicule entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 85 : prévalence et épidémiologie de l'os acromial à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 86 : comparaison de la prévalence d'os acromial entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études



- tableau 87 : comparaison de la prévalence de bilatéralité d'os acromial entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 88 : prévalence et épidémiologie de la ptère humérale à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 89 : comparaison de la prévalence de ptère humérale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 90 : prévalence et épidémiologie de l'apophyse supra-épitrochléenne à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 91 : comparaison de la prévalence d'individus présentant une apophyse supra-épitrochléenne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 92 : comparaison de la prévalence d'humérus présentant une apophyse supra-épitrochléenne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 93 : prévalence et épidémiologie de la perforation septale de l'humérus à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 94 : comparaison de la prévalence de perforation humérale entre Notre-Dame-du-Bourg et 106 autres échantillons regroupés en grands ensembles historico-géographiques
- tableau 95 : comparaison de la prévalence de latéralité de la perforation humérale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons
- tableau 96 : comparaison de la prévalence de perforation humérale selon les sexes entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons
- tableau 97 : comparaison des indices de robustesse entre les humérus perforés et les autres à Notre-Dame-du-Bourg suivant les sexes
- tableau 98 : comparaison de la prévalence de perforation humérale et des indices de robustesse entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons
- tableau 99 : prévalence et épidémiologie de la translucidité de l'humérus à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 100 : comparaison de la prévalence de la translucidité humérale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 101 : prévalence et épidémiologie du tunnel supra-épitrochléen de l'humérus
- tableau 102 : prévalence et épidémiologie de la position tubérositaire du radius
- tableau 103 : comparaison de la prévalence des trois types de position tubérositaire du radius entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études
- tableau 104 : prévalence et épidémiologie de la forme de la surface articulaire olécranienne à Notre-Dame-du-Bourg
- tableau 105 : comparaison de la prévalence de la séparation complète de la surface articulaire olécranienne entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 106 : prévalence et épidémiologie de la fosse d'Allen du fémur à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 107 : comparaison de la prévalence de fosse d'Allen entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 108 : prévalence et épidémiologie de l'extension de la surface articulaire à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 109 : comparaison de la prévalence d'extension de la surface articulaire entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 110 : prévalence et épidémiologie de l'empreinte iliaque du fémur à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 111 : comparaison de la prévalence d'empreinte iliaque entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 112 : comparaison de la prévalence de présence confondu des extensions et empreintes entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 113 : comparaison de la prévalence de troisième trochanter entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons

tableau 114 : prévalence et épidémiologie du troisième trochanter à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 115 : rapport entre taille et robustesse des fémurs et présence du troisième trochanter à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 116 : prévalence et épidémiologie de la fosse hypotrochantérique à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 117 : comparaison de la prévalence de troisième trochanter entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons

tableau 118 : prévalence et épidémiologie de la crête glutéale du fémur à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 119 : comparaison de la prévalence de crête glutéale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons

tableau 120 : prévalence et épidémiologie de la *patella partita* à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 121 : comparaison de la prévalence de *patella partita* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 122 : prévalence et épidémiologie de l'encoche du vaste latéral

tableau 123 : comparaison de la prévalence de l'encoche du vaste latéral entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 124 : prévalence et épidémiologie du tubercule de Gerdy

tableau 125 : comparaison de la prévalence de tubercule de Gerdy entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 126 : prévalence et épidémiologie de l'os trigone du talus à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 127: comparaison de la prévalence d'os trigone entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 128 : prévalence et épidémiologie du *calcaneus secundarius* à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 129 : comparaison de la prévalence de *calcaneus secundarius* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 130 : prévalence et épidémiologie de la perforation sternale à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 131 : comparaison de la prévalence de perforation sternale entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 132: comparaison de la prévalence de *spina bifida* de l'atlas entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres études

tableau 133 : caractéristiques des 5 cas de spondylolyses retrouvés à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 134 : comparaison de la prévalence de spondylolyse entre Notre-Dame-du-Bourg et 58 autres échantillons regroupés en grands ensembles historico-géographiques

tableau 135 : prévalence et localisation du *spina bifida occulta* à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 136 : prévalence et épidémiologie du *spina bifida occulta* à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 137 : comparaison de la prévalence de *spina bifida occulta* au niveau de la première vertèbre sacrée (S1) entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons

tableau 138 : comparaison de la prévalence de *spina bifida occulta* complet (de S1 à S5) entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons

tableau 139 : comparaison de la prévalence de tous les types de *spina bifida occulta* entre Notre-Dame-du-Bourg et d'autres échantillons

tableau 140 : nombre d'atteintes de 5 formes en fosses

tableau 141 : épidémiologie de 5 fosses

tableau 142 : atteinte des 5 fosses selon l'âge et le sexe

tableau 143 : détail de la prévalence des 5 fosses selon les groupes d'âge

tableau 144 : associations entre 4 types d'ossicules à Notre-Dame-du-Bourg sur un échantillon de 148 individus possédant au moins un ossicule

tableau 145 : épidémiologie des caractères étudiés à Notre-Dame-du-Bourg selon le côté, le sexe et l'âge

tableau 146 : taux habituellement retrouvés des caractères étudiés dans des populations européennes

tableau 147 : facteurs influant pour les caractères étudiés à Notre-Dame-du-Bourg

tableau 148 : évolution des caractères étudiés entre les périodes « 3A » et « 4 »

---

## 2- Index des figures

figure 1 : Notre-Dame-du-Bourg du 4<sup>e</sup> au 7<sup>e</sup> siècle (d'après Démians d'Archimbaud, *Evin et al.* 1998)

figure 2 : Notre-Dame-du-Bourg du 8<sup>e</sup> au 14<sup>e</sup> siècle (d'après Démians d'Archimbaud, *Guild et al.*

1988 ; Démians d'Archimbaud, *Evin et al.* 1998)

figure 3 : prévalence des différents types d'atteintes selon l'évolution de l'arthrose

figure 4 : deux types de production osseuse, en épine à gauche, large et irrégulière à droite

figure 5 : aspects de la fosse trochantérique

figure 6 : Les trois types de position tubérositaire (d'après Mafart 1980)

figure 7 : les trois structures de la partie antérieure du col fémoral

figure 8 : association d'une *patella bipartita* et d'une encoche du vaste latéral (d'après

Oetteking 1922)

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abrams, NR. (1960a). Etiology and pathogenesis of osteoarthritis. Arthritis and allied conditions. J. L. Hollander. Philadelphia,, Lea & Febiger: 811-829.
- Adams, JL. (1934). "The supracondyloid variation in the human embryo." anatomical record **59**(3): 315-35.
- Aguila, PV. (1925). "Appearance of proc supracondyloideus among the japanese." Anthropol Anz **2**(23-24).
- Akabori, E. (1934). "Septal aperture in the humerus in Japanese, Ainu and Koreans." Am J Phys Anthropol **18**(3): 395-400.
- Akpinar, F., Aydinliglu, A., *et al.* (2003). "A morphometric study on the humerus for intramedullary fixation." Tohoku J Exp Med **199**(1): 35-42.
- Aktan, ZA. Savas, R. (1998). "Anatomic and HRCT Demonstration of Midline Sternal Foramina." Turkish journal of medical sciences **28**: 511-514.
- al-Oumaoui, I., Jimenez-Brobeil, S., *et al.* (2004). "Markers of activity patterns in some populations of the Iberian Peninsula." int j osteoarchaeology **14**(5): 343-359.
- Ali, M. A., Lestrel, P. E., *et al.* (2000). "Secular trends for takeoff and maximum adolescent growth for eight decades of Japanese cohort data." Am J Human Biol **12**(5): 702-712.
- Anderson, T. (1988). "Calcaneus secundarius: an osteo-archaeological note." Am J Phys Anthropol **77**(4): 529-31.
- Angel, J. L. (1959). "Femoral neck markings and human gait." Anatomical Record **133**(2): 244.
- Angel, J. L. (1960). "Human gait, hip joint and evolution." Am J Phys Anthropol **18**(4): 361.
- Angel, J. L. (1964). "The reaction area of the femoral neck." Clin Orthop **32**: 130-42.
- Angel, J. L. (1976). "Colonial modern skeletal change in the U.S.A." Am J Phys Anthropol **45**(3 pt. 2): 723-35.
- Angel, J. L., Kelley, J. O., *et al.* (1987). "Life stresses of the free black community as represented by the First African Baptist Church, Philadelphia, 1823-1841." Am J Phys Anthropol **74**(2): 213-29.
- anonyme, note (1898). "Supracondylar process in the child." J Anat **33**: 212.
- Anthony, R. Rivet, P. (1908). "Etude anthropologique des races précolombiennes de

l'Equateur. Recherche anatomiques sur les ossements (os des membres) des abris sous-roches de Paltacalo." Bulletin et mémoires de la société d'anthropologie de Paris **9**: 314-430.

- Apostolakis, G. (1931). "Le troisième trochanter de l'homme." l'anthropologie **41**: 501-516.
- Appleton, AB. (1922). "The hypotrochanteric fossa and accessory adductor groove of the primate femur." J Anat **56**: 295-306.
- Arai, S., Suzuki, T., *et al.* (1967). "[On the supracondylar process of the humerus in the Japanese] abstract." Zasshi Tokyo Ika Daigaku **25**(5): 729-32.
- Arlet, J (1992). "Les enthésopathies dans la maladie hyperostotique." Rhumatologie **44**(8): 175-178.
- Arriaza, B. T. (1997). "Spondylolysis in prehistoric human remains from Guam and its possible etiology." Am J Phys Anthropol **104**(3): 393-7.
- Ay, S., Bektas, U., *et al.* (2002). "An unusual supracondylar process syndrome." J Hand Surg [Am] **27**(5): 913-5.
- Baetsen, S. Bitter, P. Bruintjes, TJD. (1997). "Hip and knee osteoarthritis in an eighteenth century urban population." int j osteoarchaeology **7**: 628-630.
- Bailly-Maître, MC. Simonel, B. Barré, N. Boule EL (1995). Travail et milieu. Incidences sur une population au moyen-âge. actes du XVIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Antibes.
- Barbosa-Sueiro, MB. (1931). "Note sur les cas de perforation olécranienne; apophyse sur-épitrachéenne et de canal huméral observé à la station néolithique de Melides." Arquivo do anatomia e anthropologia **14**: 27-46.
- Bardin, T. et Cornélis, F. (2000). "Génétique de l'arthrose." Rev Rhum [ed fr] **67**(supplément 3): 138-42.
- Barjon, MC. et Simon, L (1987). Les formes cliniques de l'arthrose. L'arthrose : perspectives et réalités. L. L. Simon, G. Paris, Masson: 133-143.
- Barnard, L. Mc Coy, M. (1946). "The supracondyloid process of the humerus." J Bone and Joint Surg **28**(4): 845-850.
- Baron, F. (2003). Paléopathologie des populations de Tévéc et Hoedic. Muséum national d'histoire naturelle. Paris.
- Belcastro, MG. Facchini, F. Neri, R. Mariotti, V. (2001). "Skeletal markers of activity in the early middle ages necropolis of Vicenne-Campochiaro (Molise, Italy)." Journal of paleopathology **13**(3): 9-20.
- Bello y Rodriguez, S. (1908). "Sur quelques variations morphologiques du fémur humain." anthropologie (paris) **19**: 437-50.
- Bello y Rodriguez, S. (1909). Le fémur et le tibia chez l'homme et les anthropoïdes

(variations suivant le sexe, l'âge et la race). Faculté de médecine, Paris.

- Benfer, R. A. et McKern, T. W. (1966). "The correlation of bone robusticity with the perforation of the coronoid-olecranon septum in the humerus of man." Am J Phys Anthropol **24**(2): 247-52.
- Benfer, R. A. et Tappen, N. C. (1968). "The occurrence of the septal perforation of the humerus in three non-human primate species." Am J Phys Anthropol **29**(1): 19-28.
- Bennett, K. A. (1972). "Lumbo-sacral malformations and spina bifida occulta in a group of proto-historic Modoc Indians." Am J Phys Anthropol **36**(3): 435-9.
- Berenbaum, F. (2000). "Anatomopathologie et pathogénie de l'arthrose." Rev Rhum [ed fr] **67**(supplément 3): 119-25.
- Berry, A. C. (1975). "Factors affecting the incidence of non-metrical skeletal variants." J Anat **120**(3): 519-35.
- Beutler, W. J., Fredrickson, B. E., *et al.* (2003). "The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation." Spine **28**(10): 1027-35; discussion 1035.
- Beyeler, C., Schlapbach, P., *et al.* (1992). "Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH) of the elbow: a cause of elbow pain? A controlled study." Br J Rheumatol **31**(5): 319-23.
- Bérato, J., Dutour, O., *et al.* (1990). "Epidemiologie des affections rhumatismales dans une population antique . Etude de la nécropole du Haut-Empire de Saint-Lambert (Frejus, Var)." Rev Rhum Mal Osteoartic **57**(5): 397-400.
- Bizarro, AH. (1921). "On sesamoid and supernumerary bones of the limbs." J Anat **55**: 256-268.
- Brasili, P., Facchini, F., *et al.* (1997). "Reconstruction of the health status in a past human population: the Iron Age necropolis of Monte Bibebe (Bologna, Italy)." Anthropol Anz **55**(3-4): 247-64.
- Brasili Gualandi, P. et Calanchi, E. (1989). "The early Middle ages necropolis of Collecchio (Parma). Human remains." int j anthropol **4**(3): 195-208.
- Bridges, P. S. (1989). "Spondylolysis and its relationship to degenerative joint disease in the prehistoric southeastern United States." Am J Phys Anthropol **79**(3): 321-9.
- Bridges, P. S. (1991). "Degenerative joint disease in hunter-gatherers and agriculturalists from the Southeastern United States." Am J Phys Anthropol **85**(4): 379-91.
- Bridges, P S (1993a). "The effect of variation in methodology on the outcome of osteoarthritic studies." Int J Osteoarchaeology **3**: 289-295.
- Bridges, P S (1993b). "Reply to Dr Knüsel." Am J Phys Anthropol **91**(4): 526-527.
- Briner, W. (2001). "The effect of GABA receptor ligands in experimental spina bifida

- occulta." BMC Pharmacol **1**(1): 2.
- Broca, P. Bataillard (1865). "Perforations des humérus d'un cimetière parisien du 17e siècle." Bulletin de la société d'anthropologie de Paris **6**(1-4): 711.
- Brothwell, Don R. et Sandison, A. T. (1967). Diseases in antiquity; a survey of the diseases, injuries, and surgery of early populations. Springfield, Ill., C. C. Thomas.
- Brower, A. C. (1977). "Cortical defect of the humerus at the insertion of the pectoralis major." AJR Am J Roentgenol **128**(4): 677-8.
- Brunelli, G. (1953). "La patella partita." Acta Orthop Belg **19**(4): 125-38.
- Bruzek, J (2002). "A method for visual determination of sex, using the human hip bone." Am J Phys Anthropol **117**: 157-168.
- Bufkin, W. J. (1971). "The avulsive cortical irregularity." Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med **112**(3): 487-92.
- Burman, M. Lapidus, P. (1931). "The functional disturbances caused by the inconstant bones and sesamoids of the foot." Arch Surg **22**: 936-75.
- Burr, DB. Martin, RB. Schaffer, MB. Jurmain, RD. Harner, EJ. Radin, EL (1983). "Osteoarthritis : sex-specific relationship to osteoporosis." Am J Phys Anthropol **61**: 299-303.
- Busquet, R. Bourrilly, VL. Agulhon, M. (1972). Histoire de la Provence. Paris, Presses Universitaires de France.
- Cady, LD. (1922). "Supracondyloid process in the insane." Am J Phys Anthropol **5**: 35-50.
- Cady, LD. Byron, FF. (1927). "Supracondyloid process in the feeble-mind." Am J Phys Anthropol **10**: 387-91.
- Capasso, L. Kennedy KAR, Wilczak C (1999). Atlas of occupational markers on human remains. Teramo, edigrafital.
- Casas, M. J., Crubezy, E, *et al.* (1986). "Degenerative joint disease and enthesopathies in a bronze age population from Sindou cave (Senailac-Lauzes, Lot, France)." Human evolution **11**(2): 147-58.
- Case, DT. (2000). "Frequency and form of the supracondylar process among ancient nubians." Journal of paleopathology **12**(3): 17-27.
- Castex, D (1990). "Insertion du grand pectoral et du grand rond sous forme de bosse." Bulletin et memoires de la Societe d'Anthropologie de Paris (Nouvelle Serie) **2**: 185-190.
- Chadwick, C.J. (1989). "Tendinitis of the pectoralis major insertion with humeral lesions." J bone joint surg (br) **71**(b): 816-8.
- Charles, HR. (1894a). "The influence of function, as exemplified in the morphology of the



lower extremity of the panjabi." J Anat Physiol **28**: 1-18.

- Charlier, C. (1980). Anomalies congénitales chez une population viking d'Allemagne du nord ; Schleswig (11e-13e siècle). 3th european meeting of paleopathology association, Caen.
- Cobb, WM. (1937). "The ossa suprasternalia in whites and american negroes and the form of the superior border of the manubrium sterni." J Anat **71**: 245-91.
- Congdon, RT. (1932). "Spondylolisthesis and vertebral anomalies in skeletons of american aborigenes, with clinical notes on spondylolisthesis." J Bone and Joint Surg **14**: 511-524.
- Cooper, P. D., Stewart, J. H., *et al.* (1988). "Development and morphology of the sternal foramen." Am J Forensic Med Pathol **9**(4): 342-7.
- Crubezy, E. et Crubezy-Ibanez, E. (1993). "Evaluation sur une série de squelettes de critères diagnostics de la maladie hyperostotique. Implications epidemiologiques." Rev Rhum Ed Fr **60**(9): 586-90.
- Crubezy, E., Goulet, J., *et al.* (2002). "Epidemiology of osteoarthritis and enthesopathies in a European population dating back 7700 years." Joint Bone Spine **69**(6): 580-8.
- Crubézy, E. (1988). Interactions entre facteurs bio-culturels, pathologie et caractères discrets. Exemple d'une population médiévales : Canac (Aveyron). Médecine. Montpellier, Montpellier.
- Cruveilhier, J. (1832). Traité d'anatomie descriptive. Paris, Béchot.
- Cunningham, DJ. (1898). "Supra-condyloid process in the child." J Anat **33**: 357-358.
- Currarino, G., Rollins, N., *et al.* (1994). "Congenital defects of the posterior arch of the atlas: a report of seven cases including an affected mother and son." AJNR Am J Neuroradiol **15**(2): 249-54.
- Cushnaghan, J. et Dieppe, P. (1991). "Study of 500 patients with limb joint osteoarthritis. I. Analysis by age, sex, and distribution of symptomatic joint sites." Ann Rheum Dis **50**(1): 8-13.
- Darwin, C. (1871, traduction de 1891). La descendance de l'homme et la selection sexuelle. Paris, Reinwald.
- Dastugue, J. Gervais, V. (1992). Paléopathologie du squelette humain. Paris, Boubée.
- Davis, M. A., Ettinger, W. H., *et al.* (1988). "Sex differences in osteoarthritis of the knee. The role of obesity." Am J Epidemiol **127**(5): 1019-30.
- Debono, L., Mafart, B., *et al.* (2004a). "Is the incidence of elbow osteoarthritis underestimated? Insights from paleopathology." Joint Bone Spine **71**(5): 397-400.
- Debono, L., Mafart, B., *et al.* (2004b). "Application pratique de la méthode d'estimation de l'âge au décès de Schmitt et Broqua (2000)." Bulletins et mémoires de la Société

d'Anthropologie de Paris **16**(1-2): 115-120.

- Debono, L. Mafart, B. (2004c). "La spondylolyse, entité médicale et entité paléopathologique." Paleobios **13**: 32-40.
- Dellon, A. L. (1986). "Musculotendinous variations about the medial humeral epicondyle." J Hand Surg [Br] **11**(2): 175-81.
- Delort, Robert (1982). La vie au Moyen Age. Paris, Ed. du Seuil.
- Demians d'Archimbaud, G. (1989a). "Digne, de l'édifice antique à la cathédrale médiévale." Le courrier du CNRS **73**.
- Dequeker, J., Goris, P., *et al.* (1983). "Osteoporosis and osteoarthritis (osteoarthrosis). Anthropometric distinctions." Jama **249**(11): 1448-51.
- Desgrez, H., Gentaz, R., *et al.* (1965). "Anomalies congenitales des arcs de l'atlas." J Radiol Electrol Med Nucl **46**(12): 819-26.
- Deverly, D. (2002). Etude paléopathologique de la spondylolyse et son rapport avec le spina bifida. faculté de médecine de Marseille. Marseille, Université de la Méditerranée (aix-Marseille II).
- Démians d'Archimbaud, G, Guild, R., *et al.* (1988). "Les fouilles de Notre-Dame du Bourg." Le Dignois.
- Démians d'Archimbaud, G (1989b). "Les fouilles récentes de la cathédrale Notre-Dame-du-Bourg à Digne (Alpes de Haute Provence)." Bulletin de la société nationale des antiquaires de France: 211-231.
- Démians d'Archimbaud, G (1992). "Mourir à Digne : interrogations et apports nouveaux." Provence historique **167-168**: 223-241.
- Démians d'Archimbaud, G (1997). La cathédrale Notre-Dame du Bourg. Les Alpes-de-Haute-Provence. G. Bérard. Paris, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres: 149-167.
- Démians d'Archimbaud, G. Evin, J. Oberlin, C. (1999). Nécropoles et C14. 3e congrès international 14C et archéologie, Lyon.
- Démians d'Archimbaud, G (2001). "Les fouilles de l'ancienne cathédrale de Digne : état des questions." Comptes-rendus des séances de l'académie des inscriptions & belles-lettres: 409-439.
- Dieppe, P. et Rogers, J. (1985). "Two-dimensional epidemiology." Br J Rheumatol **24**(4): 310-2.
- Dieppe, P. (1990). "Osteoarthritis. A review." J R Coll Physicians Lond **24**(4): 262-7.
- Dixon, AF. (1896). "Ossification of the third trochanter in man." J Anat **30**: 502-4.
- Doherty, M. et Preston, B. (1989). "Primary osteoarthritis of the elbow." Ann Rheum Dis

48(9): 743-7.

- Donlon, D. A. (2000). "The value of infracranial nonmetric variation in studies of modern Homo sapiens: an Australian focus." Am J Phys Anthropol **113**(3): 349-68.
- Doran, P. A. et Guthkelch, A. N. (1963). "Studies in Spina Bifida. Iv. The Frequency and Extent of Paralysis." J Neurol Neurosurg Psychiatry **26**: 545-51.
- Duby, G. (1977). L'économie rurale et la vie des campagnes dans l'occident médiéval. Paris, Flammarion.
- Duclos, M., Barat, P., *et al.* (2003). "Sport de haut niveau chez l'enfant et croissance." Arch Pediatr **10 Suppl 1**: 207s-209s.
- Duquesnoy, B. (1999). "Le Spondylolisthésis de l'adulte." Réflexions Rhumatologiques **3**(18): 11-15.
- Durigon, M. Paolaggi, JB. (1991). Enthèse au cours de la vie. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 12-17.
- Dutour, O. (1986). "Enthesopathies (lesions of muscular insertions) as indicators of the activities of neolithic Saharan populations." Am J Phys Anthropol **71**(2): 221-4.
- Dutour, O (1992). "Activités physiques et squelette humain : le difficile passage de l'actuel au fossile." Bull et mem de la société d'anthropologie de Paris **4**: 233-4.
- Dwight, T. (1889). "The significance of the third trochanter and of similar bony processes in man." J Anat **24**: 61-68.
- Edelson, J. G., Zuckerman, J., *et al.* (1993). "Os acromiale: anatomy and surgical implications." J Bone Joint Surg Br **75**(4): 551-5.
- Ehara, S., Shimamura, T., *et al.* (1998). "Paravertebral ligamentous ossification: DISH, OPLL and OLF." Eur J Radiol **27**(3): 196-205.
- Eisenstein, S. (1978). "Spondylolysis. A skeletal investigation of two population groups." J Bone Joint Surg Br **60-B**(4): 488-94.
- Elleuch, M. H., Baklouti, S., *et al.* (1994). "Os acromial et syndrome de la coiffe des rotateurs. A propos de 12 cas et revue de la littérature." J Radiol **75**(4): 237-40.
- Eveleth, Phyllis B. et Tanner, J. M. (1976). Worldwide variation in human growth. Cambridge [Eng.] ; New York, Cambridge University Press.
- Eveleth, P.B. (1986). Population differences in growth : environmental and genetic factors. Human growth : a comprehensive treatise. F. T. Falkner and J. M. Tanner. New York, Plenum Press: 221-239.
- Falconnet, M. (1985). "Etude et devenir des gonarthroses (à propos de 247 observations)." Rhumatologie **2**(37): 5-9.
- Farfan, H. F., Osteria, V., *et al.* (1976). "The mechanical etiology of spondylolysis and

- spondylolisthesis." Clin Orthop(117): 40-55.
- Farman, A. G., Nortje, C. J., *et al.* (1979). "Radiographic profile of the first cervical vertebra." J Anat **128**(3): 595-600.
- Felson, D. T. (1988). "Epidemiology of hip and knee osteoarthritis." Epidemiol Rev **10**: 1-28.
- Ferembach, D. (1963). "Frequency of Spina Bifida Occulta in Prehistoric Human Skeletons." Nature **199**: 100-1.
- Féry, A. et Sommelet, J. (1988). "L'os acromial: signification--diagnostic--pathologie. A propos de 28 observations dont 2 décollements-fractures." Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot **74**(2): 160-72.
- Fily, ML. Crubézy, E. Ludes, B. Rouge, D. Midant-Reynes, B. (2001). "Sternal perforation and bifid ribs: A possible familial case 5400 years old. An example of epigenetic control of development?" Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris **13**(1-2): 5-13.
- Finnegan, J. Michael et Faust, M. A. (1974). Bibliography of human and non-human non-metric variation. Amherst, Dept. of Anthropology, University of Massachusetts.
- Finnegan, M. (1978). "Non-metric variation of the infracranial skeleton." J Anat **125**(1): 23-37.
- Flower, WH. (1880). "On the osteology and affinities of the native of the Andaman Islands." Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland **9**: 108-136.
- Fontaine, G. (1977). "Frequence de l'anencephalie et du spina-bifida dans la region Nord-Pas-de-Calais." Arch Fr Pediatr **34**(7): 684.
- Formicola, V. (1993). "Stature reconstruction from long bones in ancient population samples: an approach to the problem of its reliability." Am J Phys Anthropol **90**(3): 351-8.
- Fossier, Robert (1982). Le Moyen Age. Paris, A. Colin.
- Fournié, B. et Fournié, A. (1992). "Le territoire enthésique, l'enthésite et les spondylarthropathies inflammatoires." Rhumatologie **44**(8): 169-173.
- Fredrickson, B. E., Baker, D., *et al.* (1984). "The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis." J Bone Joint Surg Am **66**(5): 699-707.
- Fully, G. et Pineau, H. (1960). "Détermination de la stature au moyen du squelette." Ann Med Leg Criminol Police Sci Toxicol **40**: 145-53.
- Galera, V. et Galera, MD (1993). "Enthésopathie in spanish medieval population. Anthropological and ethnohistorical aspects." International Journal of Anthropology **8**: 247-258.
- Genety, J. Ferret, JM. Brunet-Guedj, E. Guillet, R. (1979). "Lésions chroniques de l'appareil

locomoteur chez le sportif." Encycl. Méd; Chir. **15902 A10, 3-1979**: 1-10.

George, R. (1935). "Bilateral bipartite patella." British journal of surgery **22**: 555-560.

Gerster, JC. et D., Van Linthoudt (2000). "Histoire naturelle de la gonarthrose." Rev Rhum [ed fr] **67**(supplément 3): 157-161.

Glanville, E. V. (1967). "Perforation of the coronoid-olecranon septum. Humero-ulnar relationships in Netherlands and African populations." Am J Phys Anthropol **26**(1): 85-92.

Godycki, M. (1957). "Sur la certitude de détermination du sexe d'après le fémur, le cubitus et l'humérus." Bulletin et mémoires de la société d'anthropologie de Paris **8**(10 (5-6)): 405-410.

Goodfellow, JW. et Bullough, PG (1967). "The pattern of ageing of the articular cartilage of the elbow joint." J Bone Joint Surg (Brit) **49**(B): 175-181.

Grasso, A. (1992). "Incidenza e ruolo dell'os acromiale nella sindrome da attrito acromio-omerale." Radiol Med (Torino) **84**(5): 567-70.

Gray, Henry, Davies, D. V., *et al.* (1967). Gray's anatomy: descriptive and applied. London, Longmans.

Green, W. T., Jr. (1975). "Painful bipartite patellae. A report of three cases." Clin Orthop Relat Res **110**: 197-200.

Greulich, W. W. (1976). "Some secular changes in the growth of American-born and native Japanese children." Am J Phys Anthropol **45**(3 pt. 2): 553-68.

Grmek, Mirko D. (1983). Les maladies à l'aube de la civilisation occidentale. Paris, Payot.

Grogan, D. P., Walling, A. K., *et al.* (1990). "Anatomy of the os trigonum." J Pediatr Orthop **10**(5): 618-22.

Gruber, W. (1883). "In bildungsanomalie mit bildungshemme begründete bipartition beider patellae eines jungen subjectes." Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin **94**: 358-361.

Guidotti, T. L. (1978). "American Indian anthropology and medicine." Jama **240**(4): 348.

Hambucken, Anne (1998). "Morphologie et fonction du coude et de l'avant-bras des Néandertaliens." Bulletin et memoires de la Societe d'Anthropologie de Paris (Nouvelle Série) **10**(3/4): 213-36.

Hasebe (1912-13). "die wirbelsaule der japanese." Zeitr f Morphol u Anthropol **15**: 259-380.

Hawkey, DE. et Merbs, CF (1995). "Activity-induced musculoskeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among ancient Hudson Bay Eskimos." Int J Osteoarchaeology **5**: 324-338.

Healey, J. H., Vigorita, V. J., *et al.* (1985). "The coexistence and characteristics of

- osteoarthritis and osteoporosis." J Bone Joint Surg Am **67**(4): 586-92.
- Heine, J (1926). "Uber die arthritis deformans." Virchow's Arch Pathol-Anat **260**: 521-663.
- Henrard, J. C. et Bennett, P. H. (1973). "Etude epidemiologique de l'hyperostose vertebrale. Enquete dans une population adulte d'indiens d'Amerique." Rev Rhum Mal Osteoartic **40**(10): 581-91.
- Herrscher, E. (2001). Contribution de l'analyse paléopidemiologique et paléobiogéochimique à la connaissance de la santé et de l'alimentation à la fin du Moyen Age, Eglise Saint-Laurent de Grenoble (XIIIe-XVe siècle, France). Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris.
- Heuertz, M. (1957). "Etude des squelettes du cimetière franc d'Ennery (Moselle)." Bulletin et mémoires de la société d'anthropologie de Paris **8**(10 (5-6)): 81-145.
- Howell, DS (1987). Etiopathogenesis of osteoarthritis. L'arthrose : perspectives et réalités. L. L. Simon, G. Paris, Masson: 1-11.
- Hrdlicka, A. (1923). "Incidence of the supracondyloid process in whites and other races." Am J Phys Anthropol **6**: 405-412.
- Hrdlicka, A. (1932). "The humerus, septal aperture." Anthropologie (Praha) **10**: 31-96.
- Hrdlicka, A. (1934). "The hypotrochanteric fossa of the femur." Smithsonian misc coll **92**(1).
- Hrdlicka, A. (1937). "The gluteal ridge and gluteal tuberosity (3rd trochanter)." Am J Phys Anthropol **23**(2): 127-198.
- Huch, K., Kuettner, K. E., *et al.* (1997). "Osteoarthritis in ankle and knee joints." Semin Arthritis Rheum **26**(4): 667-74.
- Hulkko, A. et Orava, S. (2001). The role of age in the development of stress and fatigue fractures. Musculoskeletal fatigue and stress fractures. D. B. Burr and C. Milgrom. Boca Raton, CRC Press: 55-70.
- Hummert, J. R. et Van Gerven, D. P. (1983). "Skeletal growth in a medieval population from Sudanese Nubia." Am J Phys Anthropol **60**(4): 471-8.
- Husson, JL. Chauveaux, D. Rochcongar, P. Lancien, G. (1991). Physiopathologie et anatomo-pathologie des enthésopathies d'insertion par sollicitation mécaniques du système tendino-musculaire. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 156-166.
- Inoue, K., Hukuda, S., *et al.* (2001). "Prevalence of large-joint osteoarthritis in Asian and Caucasian skeletal populations." Rheumatology (Oxford) **40**(1): 70-3.
- Ippolito, E. Ferretti, A. Tudisco, C (1987a). La zone d'insertion du tendon. Microtraumatologie du sport et surmenage articulaire. J. S. L. Rondineau. Paris, Masson: 30-31.

- Jamard, B., Verrouil, E., *et al.* (2000). "Formes cliniques de la gonarthrose." Rev Rhum [ed fr] **67**(supplément 3): 149-53.
- Jankauskas, R. (1994). "Variations and anomalies of the vertebral column in Lithuanian." homo **45 (supl)**: S63.
- Johnson, L. C. (1959). "Kinetics of osteoarthritis." Lab Invest **8**: 1223-41.
- Journel, H., Le Marec, B., *et al.* (1986). "Evaluation de l'incidence de l'anencéphalie et du spina bifida en Bretagne (1975-1984)." Rev Epidemiol Sante Publique **34**(6): 373-81.
- Jurmain, R D (1977a). "Stress and the etiology of osteoarthritis." Am J Phys Anthropol **46**(2): 353-65.
- Jurmain, R D (1977b). "Paleoepidemiology of degenerative knee disease [North American material]." Medical anthropology **1**(1): 1-23.
- Jurmain, R. D. (1980). "The pattern of involvement of appendicular degenerative joint disease." Am J Phys Anthropol **53**(1): 143-50.
- Jurmain, R. (1990). "Paleoepidemiology of a central California prehistoric population from Ca-Ala-329: II. Degenerative disease." Am J Phys Anthropol **83**(1): 83-94.
- Jurmain, R D (1991). "Degenerative changes in peripheral joints as indicator of mechanical stress : opportunities an limitations." Int J Osteoarchaeology **1**: 247-252.
- Jurmain, R. D. et Kilgore, L. (1995). "Skeletal evidence of osteoarthritis: a palaeopathological perspective." Ann Rheum Dis **54**(6): 443-50.
- Kelley, J. O. et Angel, J. L. (1987). "Life stresses of slavery." Am J Phys Anthropol **74**(2): 199-211.
- Kellgren, J. H. (1965). "Osteoarthrosis." Arthritis Rheum **44**: 568-72.
- Kempson, FC. (1902). "Emargination of the patella." j anat physiol **36**: 419-420.
- Kenesi, C. Tallineau, C. (1991). Anatomie et biomécanique des enthèses. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 8-12.
- Kennedy, KAR (1989). Skeletal markers of occupational stress. reconstruction of life from the skeleton. M. K. Iscan, KAR. New York, Liss: 129-160.
- Kettelkamp, D. B. et Wright, D. G. (1971). "Spondylolysis in the Alaskan Eskimo." J Bone Joint Surg Am **53**(3): 563-6.
- Knusel, C. J. (1993). "On the biomechanical and osteoarthritic differences between hunter-gatherers and agriculturalists." Am J Phys Anthropol **91**(4): 523-5.
- Kohler, A. (1936). Röntgenologie : les limites de l'image normale et les débuts de l'image pathologique. Neuchatel / Paris, Delachaux et Niestlé.
- Komlos, J., Tanner, J. M., *et al.* (1992). "The growth of boys in the Stuttgart Carlschule,

1771-93." Ann Hum Biol **19**(2): 139-52.

Kostick, E. L. (1963). "Facets and Imprints on the Upper and Lower Extremities of Femoral from a Western Nigerian Population." J Anat **97**: 393-402.

Kramar, C., Lagier, R., *et al.* (1990). "Rheumatic diseases in Neolithic and Medieval populations of western Switzerland." Z Rheumatol **49**(6): 338-45.

Krogman, Wilton Marion et Yscan, M. Y. (1986). The human skeleton in forensic medicine. Springfield, Ill., C.C. Thomas.

Kuttner, R. E. (1978). "Prehistoric spina bifida occulta." Jama **240**(24): 2631.

Lagier, R. (1982a). "Vieillissement et arthrose." Rhumatologie **34**: 9-26.

Lagier, R (1987). Approche globale du concept d'arthrose par l'anatomopathologiste. L'arthrose : perspectives et réalités. L. L. Simon, G. Paris, Masson: 185-197.

Lagier, R (1991). Notion d'enthèse et d'enthésopathie. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 1-7.

Lagier, R (1992). "Anatomie des enthésopathies." Rhumatologie **44**(8): 165-173.

Lai, P. Lovell (1992). "Skeletal markers of occupational stress in the fur trade : a case study from Hudson's Bay Compagny fur trade post." Int J Osteoarchaeology **2**: 221-234.

Laidlaw, P. (1905). "The os calcis, part II." J Anat **39**: 161-177.

Lal, K. B. et Pande, S. K. (1975). "A case of congenital bifid sternum." Scand J Thorac Cardiovasc Surg **9**(3): 291-2.

Lamb, DS (1890). "The olecranon perforation." the american anthropologist **3**: 159-174.

Lane, N. E., Bloch, D. A., *et al.* (1986). "Long-distance running, bone density, and osteoarthritis." Jama **255**(9): 1147-51.

Lane, N. E., Bloch, D. A., *et al.* (1990). "Running, osteoarthritis, and bone density: initial 2-year longitudinal study." Am J Med **88**(5): 452-9.

Laquerrière, A. (1933). "Les os surnuméraires du pied." journal de radiologie et d'électrologie **17**: 663-669.

Laraqui, C. H., Caubet, A., *et al.* (2000). "Etude des risques professionnels chez les potiers au Maroc." Sante **10**(4): 249-54.

Larsen, Clark Spencer (1997). Bioarchaeology : interpreting behavior from the human skeleton. New York, Cambridge University Press.

Laurence, K. M., James, N., *et al.* (1981). "Double-blind randomised controlled trial of folate treatment before conception to prevent recurrence of neural-tube defects." Br Med J (Clin Res Ed) **282**(6275): 1509-11.



- Lawrence, J. S. (1963). "The Prevalence of Arthritis." Br J Clin Pract **17**: 699-705.
- Lawrence, J. S., Bremner, J. M., *et al.* (1966). "Osteo-arthritis. Prevalence in the population and relationship between symptoms and x-ray changes." Ann Rheum Dis **25**(1): 1-24.
- Le Double, AF. (1912). Variations de la colonne vertébrale de l'homme et de leur signification au point de vue de l'anthropologie zoologique. Paris, Vigot frères.
- Le Hors, PB. (1991). Age et croissance des enfants : méthode d'étude et de comparaison. Ville et campagne en Europe occidentale ( Vè-XIIIè s.), actes des 5e Journées anthropologiques de Valbonne. L. Buchet. Paris, Editions du CNRS: 103-112.
- Le Roy Ladurie, E. (1983). Histoire du climat de puis l'an mil. Paris, Flammarion.
- Leach, R. E., Baumgard, S., *et al.* (1973). "Obesity: its relationship to osteoarthritis of the knee." Clin Orthop **93**: 271-3.
- Legras, B. (1998). Eléments de statistique à l'usage des étudiants en médecine et en biologie. Paris, Ellipses.
- Leroi-Gourhan, A. (1971). L'Homme et la matière. Paris, Albin Michel.
- Lester, C. W. et Shapiro, H. L. (1968). "Vertebral arch defects in the lumbar vertebrae of pre-historic American Eskimos. A study of skeletons in the American Museum of Natural History, chiefly from Point Hope, Alaska." Am J Phys Anthropol **28**(1): 43-8.
- Liberson, F. (1937). "Os acromiale - a contested anomaly." J Bone and Joint Surg **19**(3): 683-689.
- Lievre, JA. Lievre, JA(Mme). Moulinard, R. (1956). "Arthrose des membres et traumatismes." Rev Rhum **23**: 366-385.
- Lima, MLP. (1930). "A contribution to the "os trigonum tarsi"." Am J Phys Anthropol **15**(1): 180.
- Lisowski, FP. Asthon, F. Ormerod, J. (1957). "The skeletal remains from the 1952 excavations at Jericho." Z Morphol Anthropol **48**(2): 126-150.
- Lopes Vaz, A. Araujo, D. Gouveia, A. Dias, A. Maia, C. Vaz, C. Reis, M. Guedes, A. Saleiro, V. (1991). Enthésopathie calcanéenne dans les spondylarthrites séronégatives. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 48-55.
- Louyot, P. Savin, R. (1966). "La coxarthrose chez l'agriculteur." Rev Rhum **33**: 625-32.
- Lovejoy, C. O., Meindl, R. S., *et al.* (1985). "Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death." Am J Phys Anthropol **68**(1): 15-28.
- Lozanoff, S., Sciulli, P. W., *et al.* (1985). "Third trochanter incidence and metric trait covariation in the human femur." J Anat **143**: 149-59.

- Macalister, A. (1900). "Perforate humeri in ancient egyptians." J anat and Physiol **35**: 121-122.
- Macallister (1892). "Notes on the acromion." J Anat **27**: 245-251.
- Mafart, Bertrand-Yves (1979). Contribution à la connaissance de la pathologie osseuse au Moyen Age en Provence. Faculté de Médecine. Marseille, Université Aix-Marseille II: 364 p.
- Mafart, Bertrand-Yves (1980). L'abbaye Saint-Victor de Marseille : étude anthropologique de la nécropole des IVème-VIème siècles. Paris, Editions du Centre national de la recherche scientifique.
- Mafart, Bertrand-Yves (1983). Pathologie osseuse au Moyen Age en Provence. Paris, Editions du Centre national de la recherche scientifique.
- Mafart, B. (1984). Etude anthropologique de la nécropole paléochrétienne et médiévale rurale de La Gayole (Var). Géologie des formations sédimentaires. Aix-Marseille, Université de Provence.
- Mafart, B. (1989). "Intérêt et limite de l'étude de quelques marqueurs osseux de la malnutrition au cours de la croissance." Dossiers de Documentation archéologique **13**: 73-84.
- Mafart, B. (1994). "Approche de la mortalité maternelle au Moyen-âge en Provence. Actes des 6° journées anthropologiques." Dossiers de Documentation archéologique **17**: 207-219.
- Mafart, B. (1996). Quelques particularités anthropologiques et paléopathologiques d'une population de moniales médiévales de l'abbaye de Saint-Pierre de l'Almanarre. L'identité des populations archéologiques : actes des rencontres 19-20-21 octobre 1995. Sophia-Antipolis, Valbonne, France, Editions APDCA Centre de recherches archéologiques du CNRS: 271-285.
- Mafart, B. (1997). Approche de la pathologie infantile dans les populations médiévales provençales. L'enfant, son corps, son histoire : actes des 7e Journées anthropologiques de Valbonne, 1-3 juin 1994. L. Buchet. Valbonne, APDCA: 265-279.
- Magnant, J. S., Coiffu, *et al.* (1971). "L'apophyse sus-epitrochleenne de l'humerus; ses incidences vasculo-nerveuses. Le syndrome du canal sus-epitrochleen." Chirurgie **97**(5): 336-43.
- Malhotra, C. M., Lally, E. V., *et al.* (1986). "Ossification of the plantar fascia and peroneus longus tendons in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH)." J Rheumatol **13**(1): 215-8.
- Maniskova, S. Benus, B. (2003). "Developmental Anomalies in Skeletal Remains from the Great Moravia and

## Middle Ages Cemeteries at Devý'n

(Slovakia)." Int J Osteoarchaeology **13**: 266-274.

Mann, R. W. (1990a). "Calcaneus secundarius: description and frequency in six skeletal samples." Am J Phys Anthropol **81**(1): 17-25.

Mann, R. W. et Owsley, D. W. (1990b). "Os trigonum. Variation of a common accessory ossicle of the talus." J Am Podiatr Med Assoc **80**(10): 536-9.

Manouvrier, L. Anthony, R. (1907). "Etude des ossements humains de la sépulture néolithique de Montigny-Esbly." Bulletin et mémoires de la société d'anthropologie de Paris **8**(5): 537-563.

Manouvrier (1921). "Sur l'interprétation anatomique de la perforation olécranienne." Compte-rendu de l'association française pour l'avancée des sciences **45**: 725-736.

Massé, J. P., Glimet, T., *et al.* (1988). "Gonarthrose et obésité." Rev Rhum Mal Osteoartic **55**(12): 973-8.

Mazières, B. et Arlet, J (1987). Contusion du cartilage et arthrose post-contusive. microtraumatologie du sport et surmenage articulaire. J. S. L. Rondineau. Paris, Masson: 1-7.

Mazières, B. Morlock, G. Valat, JP. Duquesnoy, B. Blotman, F. Le Loet, X. Alcalay, JM. Sebert, JL. Alexandre, C. (1991). Genou hyperostotique : fréquence des enthésopathies et de la gonarthrose. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 101-105.

Mazza, A. (1953). "Contributo allo studio delle schisi della prima vertebra cervicale." Ann Radiol Diagn (Bologna) **26**(2): 95-104.

Mc Dougall, A. (1955). "The os trigonum." J Bone Joint Surg Br **37-B**(2): 257-65.

McAuliffe, J. A. et Miller, R. E. (2000). "Osteoarthritis and traumatic arthritis of the elbow." J Hand Ther **13**(2): 136-47.

Mellado, J. M., Calmet, J., *et al.* (2003). "Clinically significant skeletal variations of the shoulder and the wrist: role of MR imaging." Eur Radiol **13**(7): 1735-43.

Merbs, Charles F. (1983). "Patterns of activity-induced pathology in a Canadian Inuit population." National Museum of Man Mercury Series, Archeological Survey of Canada **119**.

Merbs, C. F. (1989). "Spondylolysis: its nature and anthropological significance." int j anthropol **4**: 163-169.

Merbs, C. F. (1995). "Incomplete spondylolysis and healing. A study of ancient Canadian Eskimo skeletons." Spine **20**(21): 2328-34.

Merbs, C. F. (1996a). "Spondylolysis and spondylolisthesis." Yearbook of Am J Phys Anthropol **39**: 201-228.

- Merbs, C. F. (1996b). "Spondylolysis of the sacrum in Alaskan and Canadian Inuit skeletons." Am J Phys Anthropol **101**(3): 357-67.
- Merbs, C. F. (2001). "Degenerative spondylolisthesis in ancient and historic skeletons from New Mexico Pueblo sites." Am J Phys Anthropol **116**(4): 285-95.
- Merbs, C. F. (2002). "Asymmetrical spondylolysis." Am J Phys Anthropol **119**(2): 156-74.
- Mercer, J. (1931). "The secondary os calcis." J Anat **66**: 84-97.
- Messeri, P. (1958). "Note di paleopatologia sui neolitici della Liguria." Archivio per l'antropologia e la etnologia **88**: 221-230.
- Meyer, AW. (1924a). "The "cervical fossa" of Allen." Am J Phys Anthropol **7**(2): 257-269.
- Meyer, AW. (1934). "The genesis of the fossa of Allen and associated structures." American journal of anatomy **55**: 469-510.
- Miles, JS. (1966). Diseases encountered at Mesa Verde, Colorado. Human Paleopathology. S. Jarcho. New Haven, Yale University Press: 91-97.
- Miles, AEW. Bulman, JS. (1994). "Growth curves of immature bones from a Scottish Island population of sixteenth to mid-nineteenth century : limb-bone diaphyses and some bones of the hand and foot." int j osteoarchaeology **4**: 121-136.
- Ming-Tzu, P. (1935). "Septal aperture in the humerus in the chinese." Am J Phys Anthropol **20**: 165-70.
- Mintz, G. et Fraga, A. (1973). "Severe osteoarthritis of the elbow in foundry workers." Arch Environ Health **27**(2): 78-80.
- Mitchell, PD. (1999). "The integration of the paleopathology and medical history of the crusades." Int J Osteoarchaeology **9**: 333-343.
- Mitrovic, D. (1987b). Vieillesse du cartilage articulaire et arthrose. L'arthrose : perspectives et réalités. L. L. Simon, G. Paris, Masson: 1-11.
- Mitrovic, D., Borda-Iriarte, O., *et al.* (1989). "Résultats de l'examen autopsique des cartilages des genoux chez 120 sujets décédés en milieu hospitalier. II. Articulation fémoro-tibiale." Rev Rhum Mal Osteoartic **56**(7): 505-10.
- Molto, J. E. (1979). "The assessment and meaning of intraobserver error in population studies based on discontinuous cranial traits." Am J Phys Anthropol **51**(3): 333-44.
- Molto, JE. Mills, AJ. (2001). Report to the supreme council of antiquities on the 2000/2001 field activities of the Dakhleh Oasis project. **2001**:  
www.arts.monash.edu.au/archaeology/dakhleh/report2001.pdf.
- Morestin, H. (1894). "Acromion formant un os isolé réuni au reste de l'épine par une véritable articulation." Bulletins de la Société anatomique de Paris **8**: 681-682.

- Moreton, R. D. (1966). "Spondylolysis." Jama **195**(8): 671-4.
- Morlock, G. Dessauw, P. Allie, MP. Cadene, C. (1989). "Extraspinal enthesopathy in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH). A controled radiologic study." arthritis rheum. **32 (suppl.)**: S20 résumé A51.
- Morlock, G. Dessauw, P. Allié, MP. Cadène, C. (1991). Enthésopathies périphériques de l'hyperostose vertébrale ankylosante. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 91-101.
- Morse, Dan (1969). Ancient disease in the Midwest. Springfield, [Illinois State Museum].
- Morton, MS. Crysler, WE. (1945). "Osteochondritis dissecans of the supratrochlear septum." J Bone and Joint Surg **27**(1): 12-24.
- Mouchet, A. Moutier, G. (1925). "Osselets surnuméraires du tarse." Presse médicale **23**: 369-374.
- Moulin, CM. (1901). "the os trigonum (Bardeleben) of the tarsus as a source of error in the interpretation of skiagraphs." Br Med J **i**: 16.
- Murphy, S. Mann, R. (1990). "Cortical defects of the proximal humerus : an indicator of physical stress." Am J Phys Anthropol **81**: 273.
- Nakai, M. (2001). "Vertebral age changes in Japanese macaques." Am J Phys Anthropol **116**(1): 59-65.
- Newell, R. L. (1995). "Spondylolysis. An historical review." Spine **20**(17): 1950-6.
- Newman, A. (1969). "The supracondylar process and its fracture." Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med **105**(4): 844-9.
- Newton, J. et Seagroatt, V. (1993). "Why is osteoarthritis of the hip more common on the right?" Lancet **341**(8838): 179.
- Nicholson, G. P., Goodman, D. A., *et al.* (1996). "The acromion: morphologic condition and age-related changes. A study of 420 scapulas." J Shoulder Elbow Surg **5**(1): 1-11.
- Noonan, C. D. (1963). "Congenital Perforation of the Sternum." Radiologe **66**: 467-8.
- Odgers, PNB. (1931). "Two details about the neck of the femur." J Anat **65**(3): 352-362.
- Oetteking, B. (1922). "Anomalous patelae." anatomical record **23**: 263-279.
- Olivier, G. (1951). "Signification de la perforation olécraniennne." Comptes rendus de l'Association des anatomistes: 765-768.
- Olivier, Georges (1960). Pratique anthropologique. Paris,, Vigot.
- Olivier, G. (1962). Formation du squelette des membres chez l'homme. Paris, Vigot.
- Olivier, G. Aaron, G. Fully, G. Tissier, G. (1978). "New estimations of stature and cranial

- capacity in modern man." Journal of Human Evolution **7**: 513-518.
- Ortner, D J (1968). "Description and classification of degenerative bone changes in the distal joint surfaces of the humerus." Am J Phys Anthropol **28**(139-156).
- Ortner, Donald J. et Putschar, Walter G. J. (1981). Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Washington, Smithsonian Institution Press.
- Pales, L. (1930). Paléopathologie et pathologie comparative. Paris, Masson.
- Panush, R. S., Schmidt, C., *et al.* (1986). "Is running associated with degenerative joint disease?" Jama **255**(9): 1152-4.
- Paolaggi, JB (1987). "Les maladies de l'enthèse." Press Med **16**(6): 285-287.
- Paolaggi, JB. (1991). Enthésopathies inflammatoires. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 41-47.
- Pappone, N., Di Girolamo, C., *et al.* (1996). "Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH): a retrospective analysis." Clin Rheumatol **15**(2): 121-4.
- Parsons, FG. (1914). "The characters of the english thigh-bone." J Anat **48**(3rd serie vol 9): 238-267.
- Parsons, FG. (1916). "On the proportions and characteristics of the modern english clavicle." J Anat **51**: 71-93.
- Paturet, G. (1951). Traité d'Anatomie humaine. Paris, Masson.
- Paul-Boncour, G. (1900). "Etude des modifications squelettiques consécutives à l'hémiplégie infantile." Bulletin et mémoires de la société d'anthropologie de Paris **5**(1): 359-414.
- Pálfi, G. (1992). "Traces d'activités sur les squelettes des anciens hongrois." Bull et mem de la société d'anthropologie de Paris **3-4**: 209-231.
- Pálfi, G. (1997). "Maladies dans l'antiquité et au moyen-âge." bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de Paris **9**(1-2): 205p.
- Penteado, C. V., Duarte, E., *et al.* (1986). "Non-metric traits of the infracranial skeleton." Anat Anz **162**(1): 47-50.
- Peterson, J. (1998). "The Natufian Hunting Conundrum: Spears, Atlatls, or Bows? Musculoskeletal and Armature Evidence." Int J Osteoarchaeology **8**: 378-389.
- Peyron, JG (1987). Epidémiologie et génétique de l'arthrose. L'arthrose : perspectives et réalités. L. L. Simon, G. Paris, Masson: 12-18.
- Phillips, W. C., Jr. et Kattapuram, S. V. (1991). "Osteoarthritis: with emphasis on primary osteoarthritis of the shoulder." Del Med J **63**(10): 609-13.
- Pickford, M. Senut, B. Gommery, D. Treil, J. (2002). "Bipedalism in *Orrorin tugenensis* revealed

by its femora." C. R. Palevol **1**: 191-203.

Pieper, I. (1923). "On the incidence of the supracondyloid process." anatomical record **25**: 112.

Pieper, I. (1925). "On the incidence of the supracondyloid process." Am J Phys Anthropol **8**: 169-71.

Pietruszewsky, M., Douglas, M. T., *et al.* (1997). "An assessment of health and disease in the prehistoric inhabitants of the Mariana Islands." Am J Phys Anthropol **104**(3): 315-42.

Poirier, PJ. (1911). Traité d'anatomie humaine. Paris, Battaille.

Pruner-Bey, M. (1863). "Sur les fouilles de Chelles, Champlieu, d'Orrouy et de Chamant (Oise)." Bulletin de la société d'anthropologie de Paris **4**: 511-513.

Pruner-Bey, M. (1867a). "Sur les ossements de Vauréal." Bulletin de la société d'anthropologie de Paris **2**(2): 680-691.

Pruner-Bey, M. (1867b). "Réponse à Mr Lagneau sur les Ibères." Bulletin de la société d'anthropologie de Paris **2**(2): 155-161.

Puranen, J., Ala-Ketola, L., *et al.* (1975). "Running and primary osteoarthritis of the hip." Br Med J **2**(5968): 424-5.

Rabino Massa, E. Fulcheri, E. Doro Garetto, T. Cerutti, E. (1984). Occurrence of spina bifida occulta in young Egyptian populations. 5e european meeting of paleopathology association, Siena, Siena University.

Ramaswamy, S. et Pace, J. L. (1979). "The medieval skeletal remains from St. Gregory's Church at Zejtun (Malta) Part I. Paleopathological studies." Arch Ital Anat Embriol **84**(1): 43-53.

Rathburn, TA. (1987). "Health and disease at South Carolina Plantation 1840-1870." Am J Phys Anthropol **74**(2): 239-253.

Rau, RK. Sivasbrahmanian, D. (1931). "Supra condylar process." J Anat **65**(3): 392-95.

Ravaud, P. et Dougados, M. (2000). "Définition et épidémiologie de la gonarthrose." Rev Rhum [ed fr] **67**(supplément 3): 130-7.

Ravault, P. Pommeteau, E. Maitrepierre, J. (1958). "Les atteintes du nerfs cubital au cours des arthroses et des ostéochondromatoses du coude." Rev Rhum **25**: 191-204.

Ravault, P. Roche, L. Maitrepierre, J. Chaudy, J. (1963). "Les ostéarthropathies des marteaux pneumatiques." Rev Rhum **30**: 724-733.

Ray, L. J. (1959). "Metrical and non-metrical features of the clavicle of the Australian aboriginal." Am J Phys Anthropol **17**: 217-26.

Reeve, Jez et Council for British Archaeology. (1993). The Spitalfields project. London,

Council for British Archaeology.

- Regnault, F. (1898). "Forme des surfaces articulaires des membres inférieurs." Bulletins de la société d'anthropologie de Paris **9**(4): 535-544.
- Resnick, D., Shaul, S. R., *et al.* (1975). "Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH): Forestier's disease with extraspinal manifestations." Radiology **115**(3): 513-24.
- Resnick, D. et Niwayama, G. (1983). "Entheses and enthesopathy. Anatomical, pathological, and radiological correlation." radiology **146**(1): 1-9.
- Riesenfeld, A. et Simon, M. (1975). "Septal apertures in the humerus of normal and experimental rats." Am J Phys Anthropol **42**(1): 57-61.
- Riser, M. Gayral, J. (1963). "Agénésie isolée de l'arc postérieur de l'atlas." Toulouse Medical **64**: 1234-1237.
- Roaf, R. (1957). "Foramen in the humerus caused by the median nerve." J Bone Joint Surg Br **39-B**(4): 748-9.
- Robb, JE. (1998). "The Interpretation of Skeletal Muscle Sites: A Statistical Approach." Int J Osteoarchaeology **8**: 363-377.
- Robin, J. Perrot, R. (1990). "Exostose sous-calcanéenne. Données anatomiques et paléopathologiques. A propos de 3 cas observés sur des pieds du 4e siècle provenant de la nécropole de Colchester." Paléobios **6**(2-3): 73-75.
- Roche, M. B. et Rowe, G. G. (1951). "The incidence of separate neural arch and coincident bone variations; a survey of 4,200 skeletons." Anat Rec **109**(2): 233-52.
- Roche, L. , Maitrepaire, J. , *et al.* (1961). "Les atteintes du membre supérieur chez ouvriers travaillant au marteau pneumatique." Arch mal prof **22**: 57-61.
- Rodineau, J. (1991). Pathogénie des enthésopathies du membre supérieur. Pathologie des insertions et enthésopathies. L. H. Simon, C. Rodineau, J. Paris, Masson: 106-171.
- Rogers, J. Waldron, T. Dieppe, P. Watt, I (1987). "Arthropathies in paleopathology : the basis of classification according to most probable cause." Journal of archaeological science **14**: 174-93.
- Rogers, JM., Watt, I. , *et al.* (1990a). "Comparison of visual and radiographic detection of bony changes at the knee joint." BR Med J **300**: 367-8.
- Rogers, J. et Dieppe, P. (1994). "Is tibiofemoral osteoarthritis in the knee joint a new disease?" Ann Rheum Dis **53**(9): 612-3.
- Rogers, J., Shepstone, L., *et al.* (2004). "Is osteoarthritis a systemic disorder of bone?" Arthritis Rheum **50**(2): 452-7.
- Rosenberg, N. J., Bargar, W. L., *et al.* (1981). "The incidence of spondylolysis and



spondylolisthesis in nonambulatory patients." Spine **6**(1): 35-8.

- Rothschild, BM. (1985). "Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: misconceptions and reality." clin. rheumatol. **4**: 207-212.
- Rothschild, B. M. (2001). "Reply to a letter by Inoue et al." Rheumatology (Oxford) **40**(9): 1073-4.
- Rowe, G. G. et Roche, M. B. (1953). "The etiology of separate neural arch." J Bone Joint Surg Am **35-A**(1): 102-10.
- Ruelle, M. , Dubois, JL. , *et al.* (1965). "Introduction à l'étude de l'arthrose du coude." Journal belge de rhumatologie et de médecine physique **20**: 161-7.
- Ryckewaert, A. (1987). Rhumatologie : pathologie osseuse et articulaire. Paris, Médecine-sciences Flammarion.
- Saluja, P. G. (1986). "Evidence of spina bifida in skeletal remains from Ireland." Ir Med J **79**(6): 145-9.
- Sammarco, V. J. (2000). "Os acromiale: frequency, anatomy, and clinical implications." J Bone Joint Surg Am **82**(3): 394-400.
- Santos, EM. (1928). "Le canalicule claviculaire." Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales **98**: 161-163.
- Santos Gutierrez, L. (1964). "A Contribution to the Study of the Limiting Factors of Elbow Extension." Acta Anat (Basel) **56**: 146-56.
- Sarzi-Puttini, P. et Atzeni, F. (2004). "New developments in our understanding of DISH (diffuse idiopathic skeletal hyperostosis)." Curr Opin Rheumatol **16**(3): 287-92.
- Saunders, Shelley Rae (1978). The development and distribution of discontinuous morphological variation of the human infracranial skeleton. Ottawa, National Museums of Canada.
- Scapinelli, R. Capasso, L. (2000). "Partite and emarginated patellae in victims of the 79 A.D. Vesuvian eruption." Journal of paleopathology **12**(2): 27-35.
- Schmitt, A. Broqua, C. (2000). "Approche probabiliste pour estimer l'âge au décès à partir de la surface auriculaire de l'ilium." Bulletin et memoires de la Societe d'Anthropologie de Paris (Nouvelle Série) **12**(3-4): 279-302.
- Schratter, M., Bijak, M., *et al.* (1997). "[The foramen sternale: a minor anomaly--great relevance]." Rofo **166**(1): 69-71.
- Sebes, J. I. (1989). "The significance of calcaneal spurs in rheumatic diseases." Arthritis Rheum **32**(3): 338-40.
- Sedel, L (1987). Les facteurs mécaniques dans l'arthrose. L'arthrose : perspectives et réalités. L. L. Simon, G. Paris, Masson: 103-109.

- Sewell, RBS. (1904). "A study of the astragalus part 1." J Anat **38**: 233-247.
- Séréni, D. Pascal, M. Levaillant, M. Cremer, GA. Truffert, J. Laroche, C. (1982). "L'arthrose dans une population de malades de plus de 50 ans hospitalisés en médecine interne : prévalence, associations, facteurs favorisants;" Rhumatologie **34**: 1-7.
- Shaibani, A. Workman, R. Rothschild, BM. (1993). "The significance of enthesopathy as a skeletal phenomenon." Clin Exp Rheumatol **11**(4): 399-403.
- Sheperd, FJ. (1882). "A hitherto undescribed fracture of the astragalus." J Anat **17**: 84 ?
- Sheperd, FJ. (1886). "Note on the ossicle found at the posterior border of the astragalus." J Anat **21**: 335.
- Simon, L. Blotman, F. Claustre, J.E. (1980). Abrégé de rhumatologie. Paris, Masson.
- Simper, L. B. (1986). "Spondylolysis in Eskimo skeletons." Acta Orthop Scand **57**(1): 78-80.
- Smithells, R. W., Sheppard, S., *et al.* (1980). "Possible prevention of neural-tube defects by periconceptional vitamin supplementation." Lancet **1**(8164): 339-40.
- Soila, P. Pyykönen, L (1960). "Tables of the incidence of osteochondrosis in joints." Acta Rheum Scand **6**: 151-160.
- Soren, A. et Waugh, T. R. (1994). "Patella partita." Arch Orthop Trauma Surg **113**(4): 196-8.
- Spitéry, Eliane (1983). La paléontologie des maladies osseuses constitutionnelles. Paris, Editions du Centre national de la recherche scientifique.
- Stark, P. (1985). "Midline sternal foramen: CT demonstration." J Comput Assist Tomogr **9**(3): 489-90.
- Stecher, R. M. (1965). "Heredity of Osteoarthritis." Arch Phys Med Rehabil **46**: 178-86.
- Steinbock, R. Ted (1976). Paleopathological diagnosis and interpretation : bone diseases in ancient human populations. Springfield, Ill., Thomas.
- Stewart, T. D. (1931). "Incidence of separate neural arch in the lumbar vertebrae of eskimos." Am J Phys Anthropol **16**: 51-62.
- Stewart, T. D. (1953). "The age incidence of neural-arch defects in Alaskan natives, considered from the standpoint of etiology." J Bone Joint Surg Am **35-A**(4): 937-50.
- Stirland, AJ. (1984). A possible correlation between os acromiale and occupation in the burial from the Mary Rose. 5th european meeting of paleopathology association, Siena, Siena University Ed.
- Stirland, Ann (1991). Diagnosis of occupationally related paleopathology: can it be done. Human Paleopathology: Current Syntheses and Future Options. D. J. A. Ortner, AC. Washington, Smithsonian Institution Press: 40-47.
- Stirland, AJ. (1998). "Musculoskeletal Evidence for Activity: Problems of Evaluation." Int J

Osteoarchaeology **8**: 354-362.

- Struthers, J. (1873). "On hereditary supracondyloid process in man." Lancet **2**: 231.
- Surdo, V. et Montina, P. P. (1999). "The supraepitrochlear process of the humerus." Chir Organi Mov **84**(1): 101-6.
- Sutton, JB. (1886). "A case of secondary astragalus." J Anat **21**: 333-334.
- Terry, RJ. (1921). "A study of the supracondyloid process in the living." Am J Phys Anthropol **4**: 129-139.
- Terry, RJ. (1923). "On the supracondyloid variation in the negro." Am J Phys Anthropol **6**(4): 401-403.
- Terry, RJ. (1926). "New data on the incidence of supracondyloid variation." Am J Phys Anthropol **9**(2): 265-270.
- Terry, RJ. (1930). "On the racial distribution of supracondyloid variation." Am J Phys Anthropol **14**: 459-63.
- Testut, L. (1889). "L'apophyse sus-épitrochléenne chez l'homme (22 observations nouvelles)." Journal international mensuel d'anatomie et de physiologie **6**: 391-437.
- Testut (1890). "L'apophyse sus-épitrochléenne chez l'homme." Bulletin de la société d'anthropologie de Lyon **9**: 28-31.
- Thomson, A. (1891). "Report comitee of collective investigation of the anatomical society of Great Britain and Ireland for the Year 1889-90." J Anat **25**: 98.
- Todd, TW. McCally, WC. (1921). "Defects of the patellar border." annals surgery **1921**: 775-782.
- Treves, F. (1886). "A gluteal trochanter in the human subject." J Anat **21**: 325-327.
- Trinkaus, E. et Churchill, S. E. (1988). "Neandertal radial tuberosity orientation." Am J Phys Anthropol **75**(1): 15-21.
- Trinkaus, E., Churchill, S. E., *et al.* (1994). "Postcranial robusticity in Homo. II: Humeral bilateral asymmetry and bone plasticity." Am J Phys Anthropol **93**(1): 1-34.
- Trotter, M. (1934). "Septal aperture in the humerus of american whites and negroes." Am J Phys Anthropol **19**(2): 213-227.
- Trotter, M. et Gleser, G. C. (1952). "Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes." Am J Phys Anthropol **10**(4): 463-514.
- Trotter, M. et Gleser, G. C. (1958). "A re-evaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death." Am J Phys Anthropol **16**(1): 79-123.
- Trotter, M. et Gleser, G. C. (1977). "Corrigenda to "estimation of stature from long limb

- bones of American Whites and Negroes," *American Journal Physical Anthropology* (1952)." *Am J Phys Anthropol* **47**(2): 355-6.
- Turner, WM. (1882). "A secondary astragalus in the human foot." *J Anat* **17**: 82-83.
- Turner, WM. (1886). "Note of another case of secondary astragalus." *J Anat* **21**: 334-335.
- Utsinger, P. D. (1985). "Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis." *Clin Rheum Dis* **11**(2): 325-51.
- Vallois, HV. (1925). "Etude des ossements franco-mérovingiens de Baye (Marne)." *Bulletin et memoires de la Societe d'Anthropologie de Paris (Nouvelle Série)* **7**(6): 180-217.
- van Saase, J. L., van Romunde, L. K., *et al.* (1989). "Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations." *Ann Rheum Dis* **48**(4): 271-80.
- Van Wieringen, J.C. (1986). Secular growth changes. *Human growth : a comprehensive treatise*. F. T. Falkner and J. M. Tanner. New York, Plenum Press: 307-331.
- Verneau, R. (1878). "De la pluralité des races anciennes de l'archipel canarien." *Bulletin de la société d'anthropologie de Paris* **3**(1): 429-436.
- Vignon, Georges (1978). *Rhumatologie*. Villeurbanne, Simep.
- Vingard, E., Alfredsson, L., *et al.* (1991). "Occupation and osteoarthritis of the hip and knee: a register-based cohort study." *Int J Epidemiol* **20**(4): 1025-31.
- Volkov, TH. (1904). "Variations squelettiques du pied chez les primates et dans les races humaines part 2." *Bulletin et mémoires de la société d'anthropologie de Paris* **5**(5): 1-50.
- Vyhnanek, L. et Stloukal, M. (1984). "Unilaterale Spondylolysen bei slawischen und slawisch-awarischen Populationen." *Anthropol Anz* **42**(4): 253-64.
- Waldron, T. (1984). *DISH at Merton Priory*. 5e european meeting of paleopathology association, Siena, Siena University.
- Waldron, T. et Rogers, J (1991a). "Inter-observer variation in coding osteoarthritis in human skeletal remains." *Int J Osteoarchaeology* **1**: 49-56.
- Waldron, H. A. (1991b). "Variations in the rate of spondylolysis in early populations." *int j osteoarchaeology* **1**: 63-65.
- Waldron, H. A. (1991c). "Variations in the prevalence of spondylolysis in early British populations." *J R Soc Med* **84**(9): 547-9.
- Waldron, T. et Rogers, J (1991c). "Inter-observer variation in coding osteoarthritis in human skeletal remains." *Int J Osteoarchaeology* **1**: 49-56.
- Waldron, T. (1992a). "Osteoarthritis in a black death cemetery in London." *int j osteoarchaeology* **2**: 235-240.

- Waldron, T. (1992b). "Unilateral spondylolysis." int j osteoarchaeology **2**: 177-181.
- Waldron, H. A. (1993a). The health of the adults. The Spitalfields project- volume 2 the anthropology. J. M. Reeve, T. Cox, M. London, Council for British Archaeology. **2**: 67-87.
- Waldron, T. (1993b). "A case-referent study of spondylolysis and spina bifida and transitional vertebrae in human skeletal remains." int j osteoarchaeology **3**: 55-57.
- Waldron, T. (1995). "Changes in the distribution of osteoarthritis over historical times." int j osteoarchaeology **5**: 385-9.
- Waldron, T. (1998). "A Note on the Estimation of Height from Long-bone Measurements." Int J Osteoarchaeology **8**: 75-77.
- Walker, P L et Hollimon, S E (1989). "Changes in osteoarthritis associated with the development of a maritime economy among southern Californian Indians." International journal of anthropology **4**(3): 171-83.
- Wamsley, T. (1915). "Observations on certain structural details of the neck of the femur." J Anat **49**(3): 305-313.
- Webb, P. A. et Suchey, J. M. (1985). "Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of American males and females." Am J Phys Anthropol **68**(4): 457-66.
- Weber, J. et Czarnetzki, A. (2002). "Palaopathologie der Lendenwirbelsaule im fruhen Mittelalter." Z Orthop Ihre Grenzgeb **140**(6): 637-43.
- Weinfeld, R. M., Olson, P. N., *et al.* (1997). "The prevalence of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH) in two large American Midwest metropolitan hospital populations." Skeletal Radiol **26**(4): 222-5.
- Wells, C. (1965). "A Pathological Anglo-Saxon Femur." Br J Radiol **38**: 393-4.
- Willis, TA. (1931). "the separate neural arch." J Bone and Joint Surg **13**: 709-721.
- Wilson, M. G., Michet, C. J., Jr., *et al.* (1990). "Idiopathic symptomatic osteoarthritis of the hip and knee: a population-based incidence study." Mayo Clin Proc **65**(9): 1214-21.
- Wilson, RD. (2003). "Directives cliniques : L'apport en acide folique pour la prévention des anomalies du tube neural et d'autres anomalies congénitales." Journal d'Obstétrique et Gynécologie du Canada **138**: 1-8.
- Wiltse, L. L. (1962). "The etiology of spondylolisthesis." Am J Orthop **44-A**: 539-60.
- Wiltse, L. L., Widell, E. H., Jr., *et al.* (1975). "Fatigue fracture: the basic lesion is inthmic spondylolisthesis." J Bone Joint Surg Am **57**(1): 17-22.
- Winder, S. (1974). "The morphology of the anterior femoral neck." Am J Phys Anthropol

41: 510.

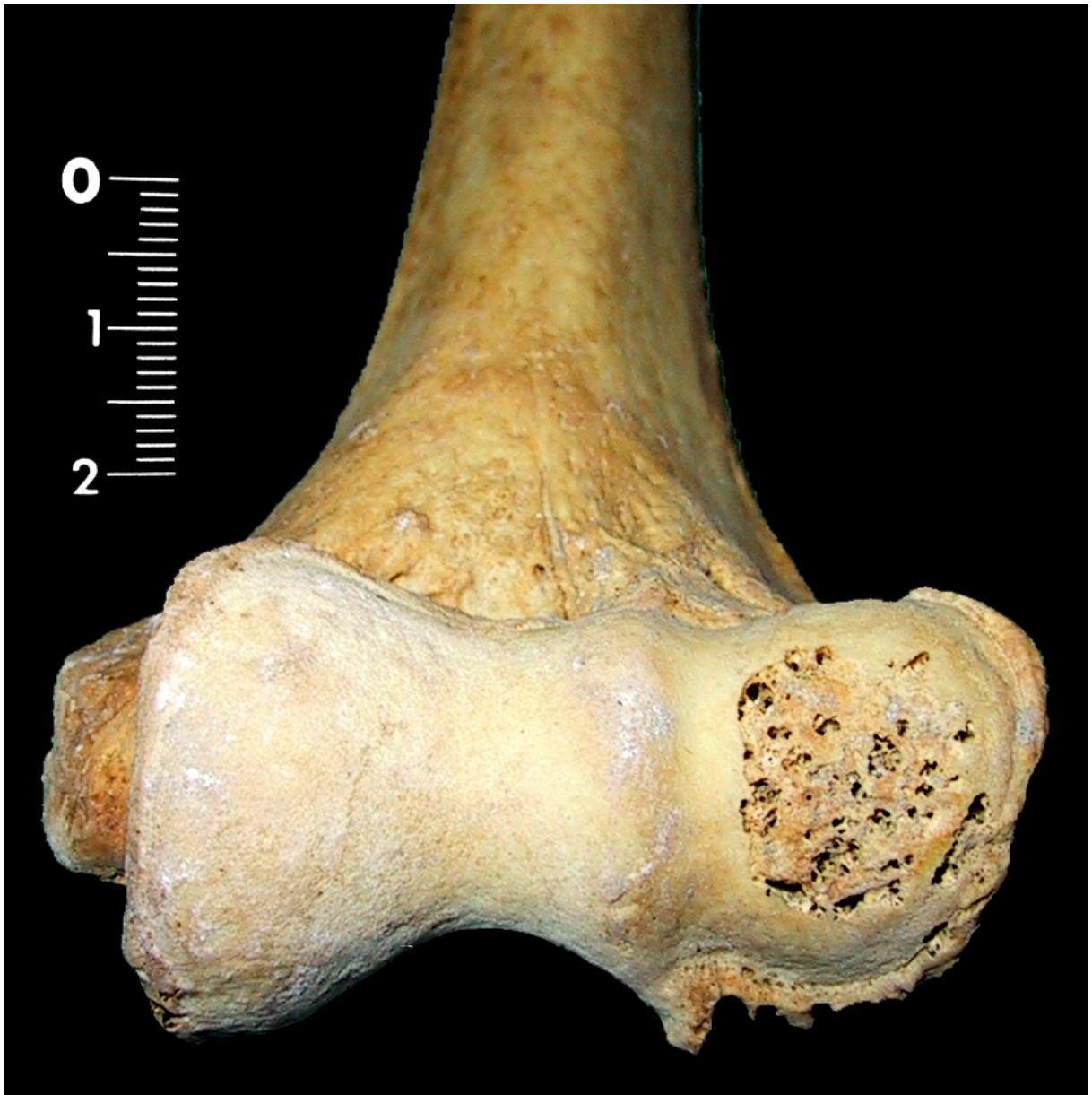
Wredmark, T., Carlstedt, C. A., *et al.* (1991). "Os trigonum syndrome: a clinical entity in ballet dancers." Foot Ankle **11**(6): 404-6.

Wright, W. (1904). "A case of accessory patellae in the human subject." j anat physiol **38**: 65-67.

Yamaguchi, B. (1972). "The bipartient tendency of the articular surface of the trochlear notch in the human ulna." Sonderabdruck aus okajimas folia anatomica japonica **49**(1): 23-36.



photographie 49 : ostéophytes

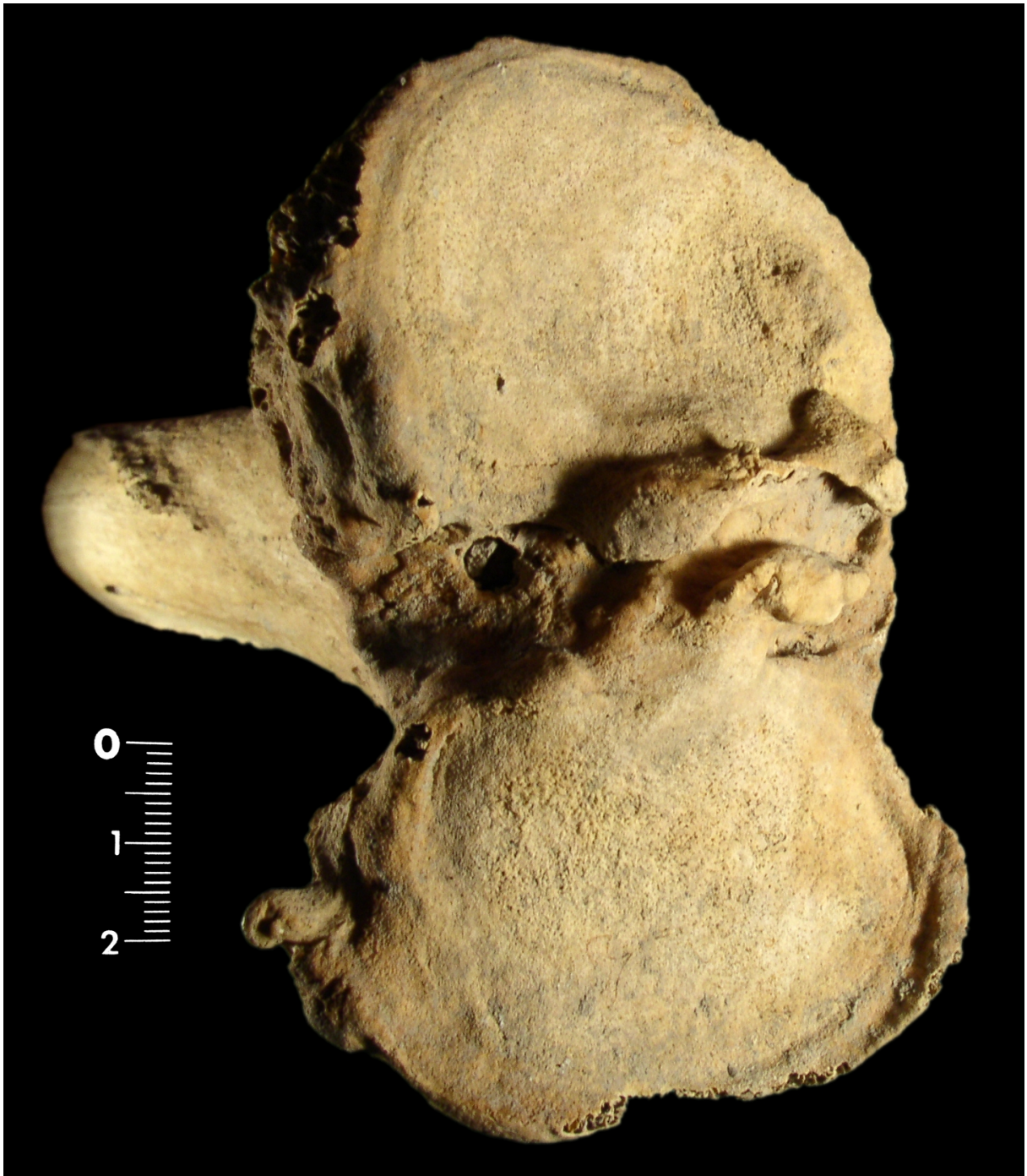


photographie 50 : érosion de la surface articulaire





photographie 51 : éburnation

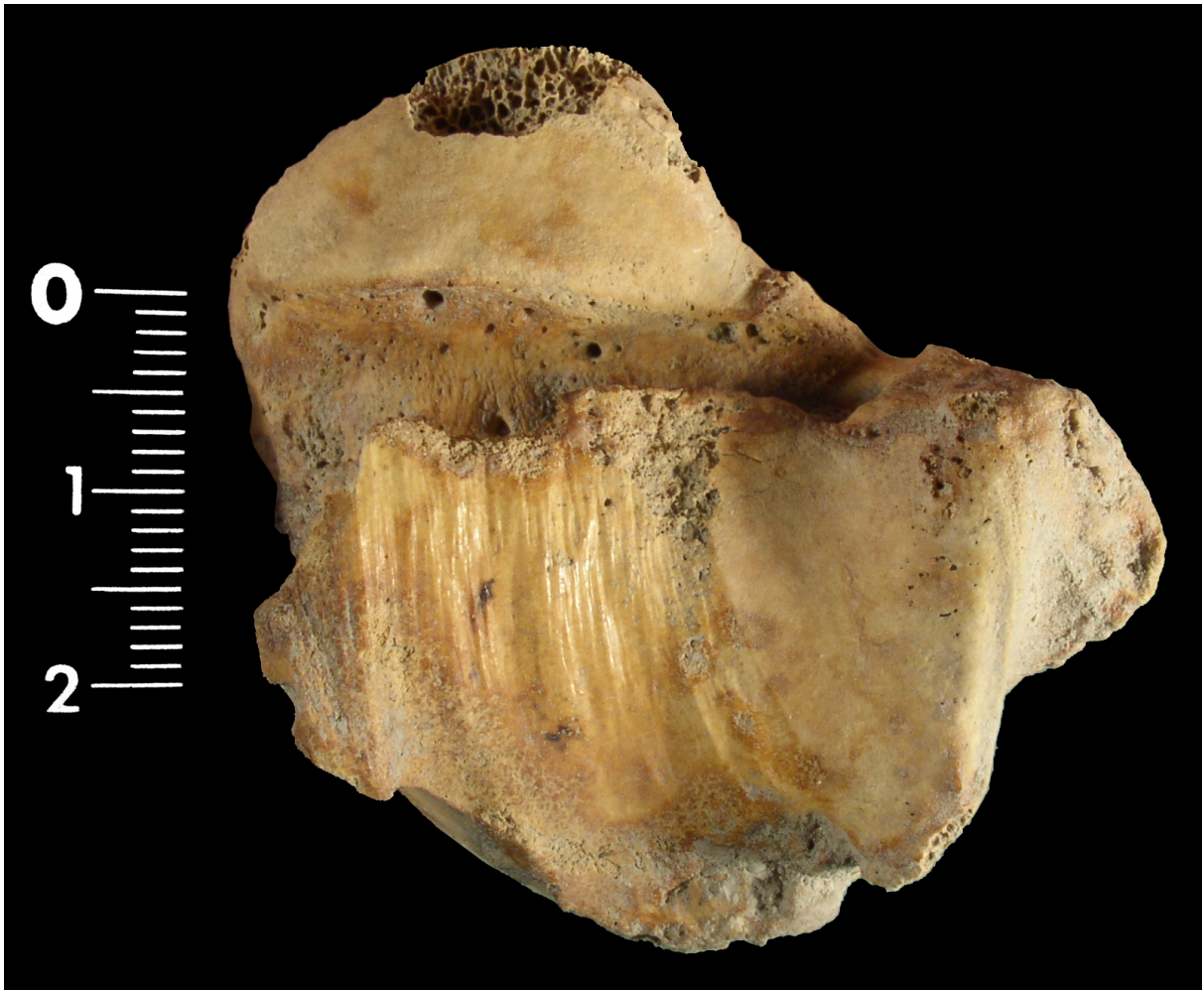


photographie 52 : arthrose du plateau tibial



photographie 53 : omarthrose

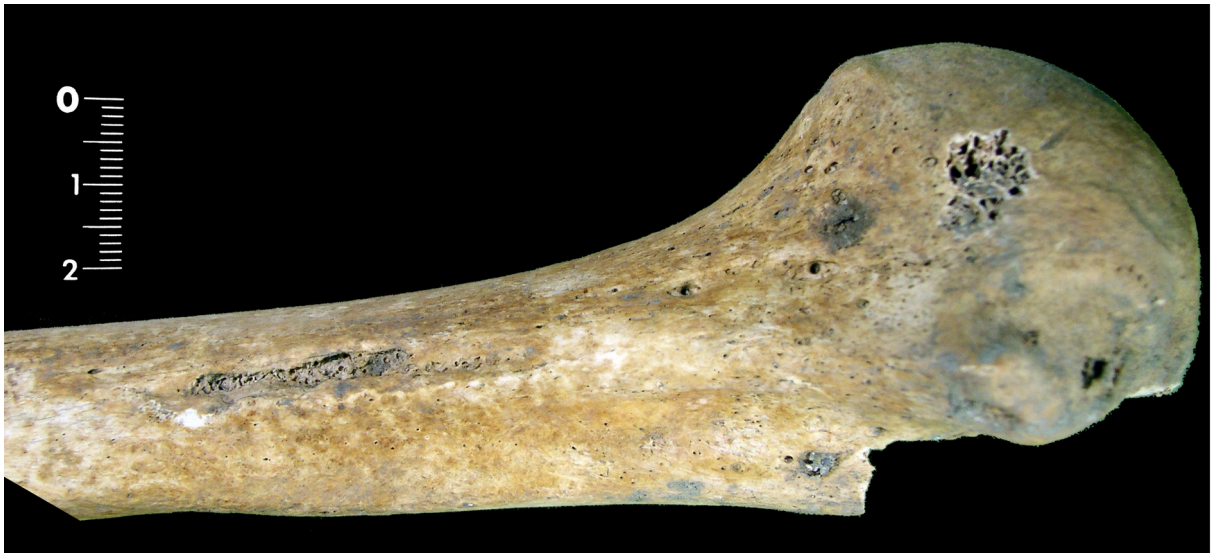




photographie 54 : arthrose avec éburnation de l'astragale



photographie 55 : maladie hyperostosante vertébrale



photographie 56 : *Fossa pectoralis*



photographie 57 : *Fossa teres*





photographie 58 : enthésopathie de la tubérosité bicipitale



photographie 59 : enthésopathie en relief du muscle pronateur sur le radius



photographie 60 : *Fossa pronator*





photographie 61 : crête tricipitale



photographie 62 : crête supinatrice



photographie 63 : enthésopathie du brachial antérieur





photographie 64 : exostose du moyen fessier



photographie 65 : enthésopathie en relief du soléaire

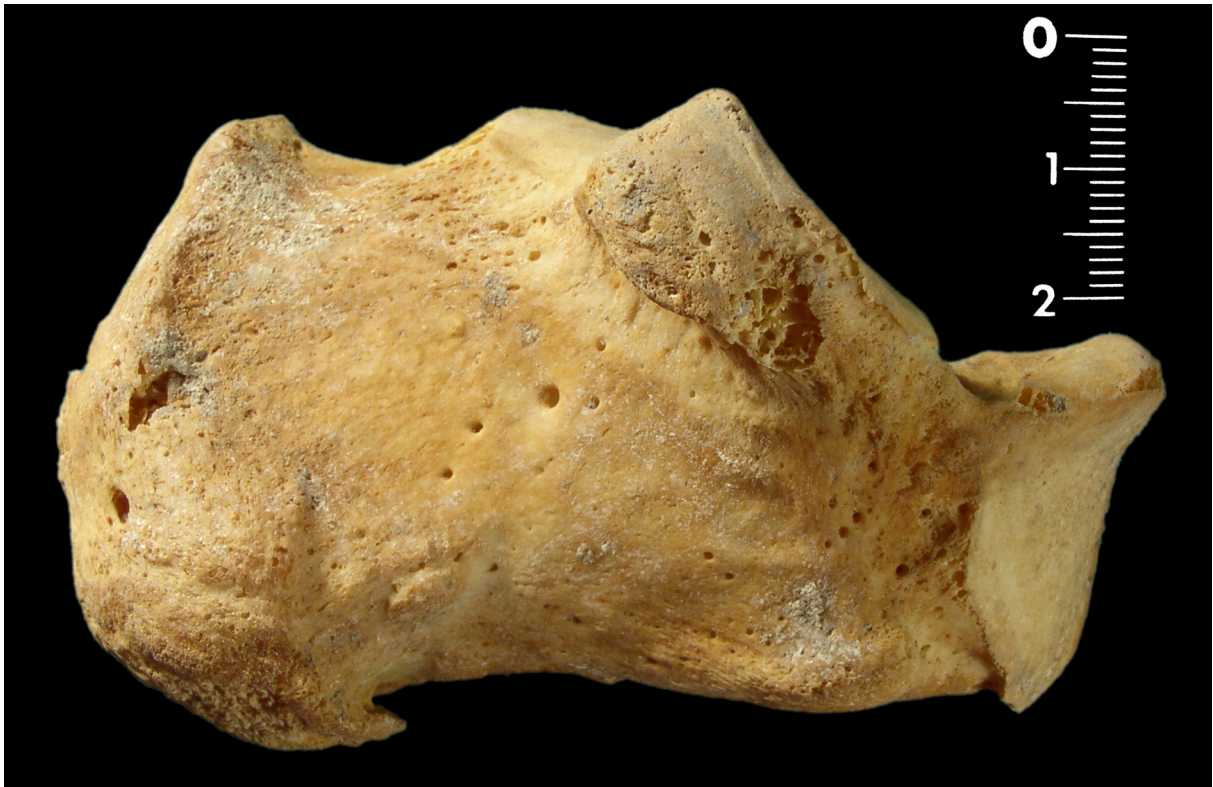


photographie 66 : *Fossa solei*



photographie 67 : enthésopathie du quadriceps sur la rotule





photographie 68 : épine calcanéenne



photographie 69 : épine achilléenne



photographie 70 : perforation de la clavicule



photographie 71 : os acromial



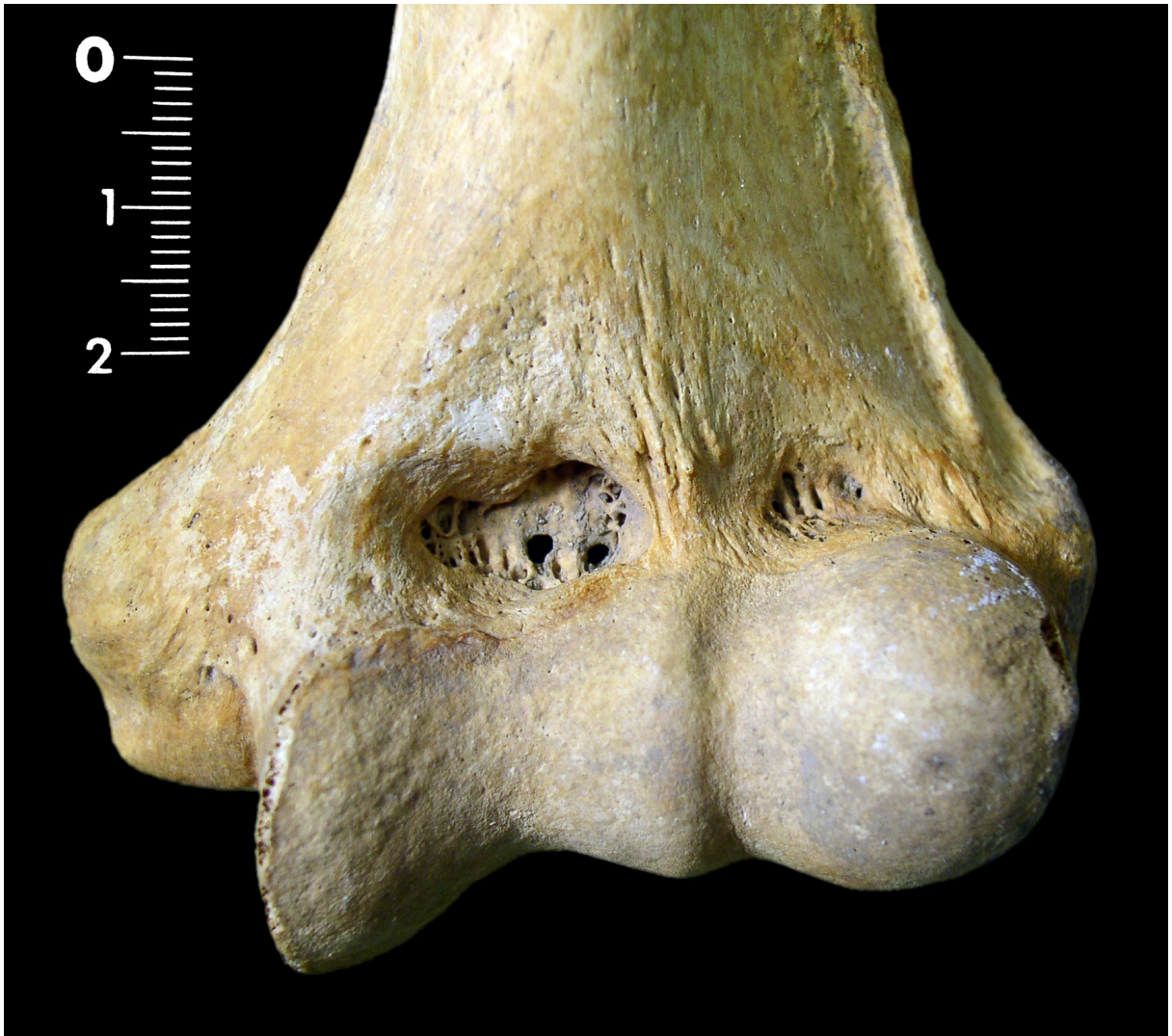


photographie 72 : ptère de l'humérus



photographie 73 : apophyse sus-épitrochléenne





photographie 74 : perforation humérale punctiforme



photographie 75 : perforation humérale



photographie 76 : calcifications du septum huméral



photographie 77 : translucidité du septum huméral





photographie 78 : tunnel sus-épitrochléen



photographie 79 : demi-tunnel sus-épitrochléen



photographie 80 : fosse d'Allen



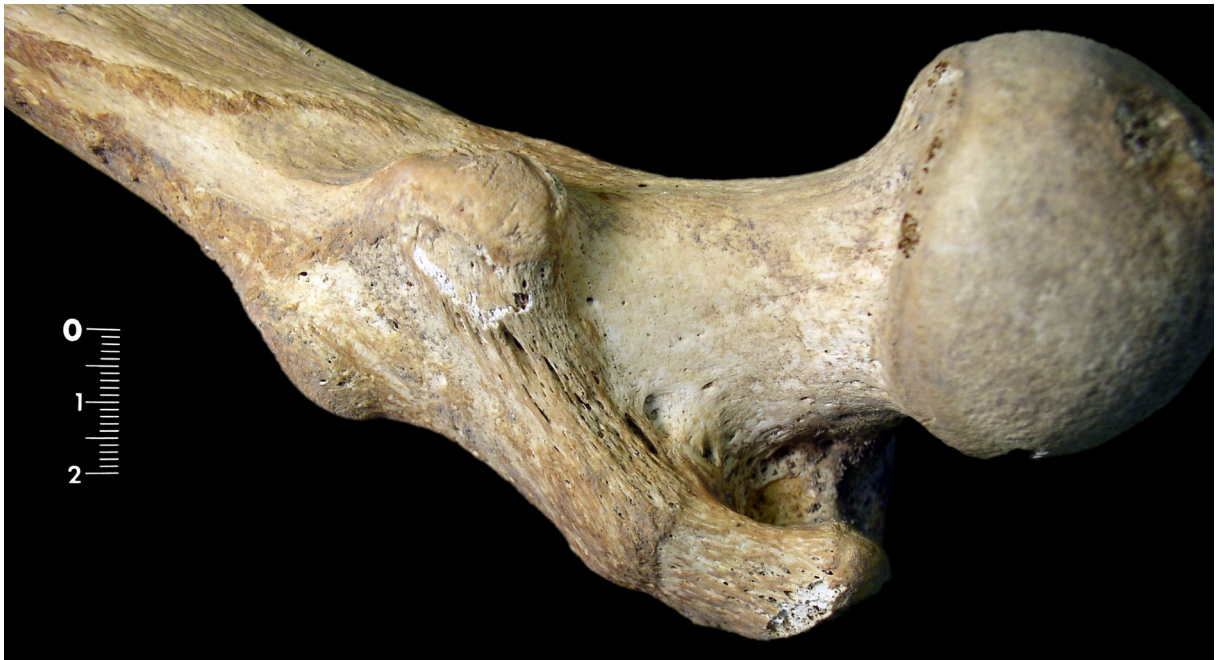


photographie 81 : extension de la surface articulaire de la tête du fémur





photographie 82 : empreinte de Poirier



photographie 83 : troisième trochanter



photographie 84 : fosse hypotrochantérique



photographie 85 : crête fessière





photographie 86 : *patella bi-partita*



photographie 87 : encoche du vaste externe

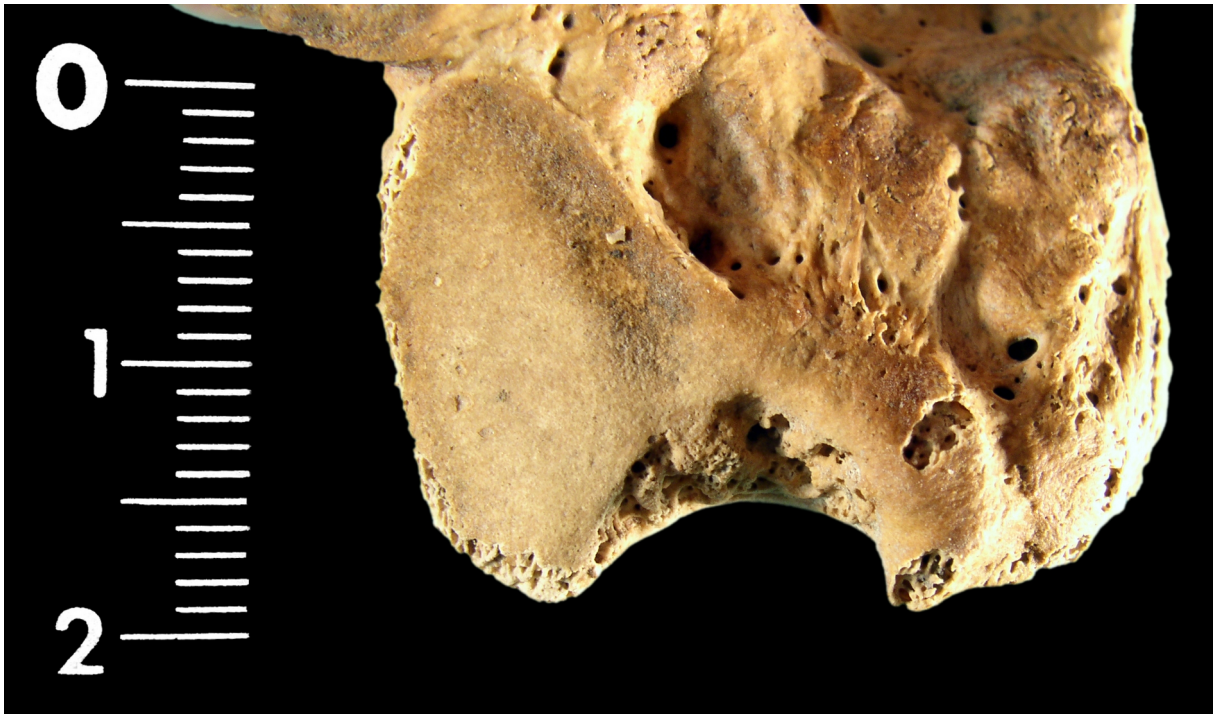


photographie 88 : tubercule de Gerdy





photographie 89 : os trigone de l'astragale



photographie 90 : *calcaneus secundarius*



photographie 91 : perforation sternale





photographie 92 : *spina bifida* de l'atlas



photographie 93 : spondylolyse



photographie 94 : *spina bifida* complet du sacrum





photographie 95 : *Fossa pectoralis* chez un individu immature



photographie 96 : *Fossa pectoralis* chez un individu adulte

## CORRESPONDANCE DES NOMENCLATURES ANATOMIQUES

La nouvelle nomenclature internationale des termes anatomiques a parfois modifié les anciens termes communément utilisés par les anatomistes français. Nous proposons ici une correspondance entre l'ancienne et la nouvelle nomenclature pour les éléments anatomiques qui apparaissent dans le texte de ce mémoire et ayant changé de terminologie.

<i>Ancienne nomenclature</i>	<b>Nouvelle nomenclature</b>
<i>Apophyse coronoïde</i>	Processus coronoïde
<i>Apophyse coronoïde (cubitus)</i>	Processus coronoïde (ulna)
<i>Apophyse sus-épitrochléenne</i>	Apophyse supra-épitrochléenne
<i>Artère collatérale interne inférieure</i>	Artère collatérale ulnaire inférieure
<i>Artères récurrentes cubitales</i>	Artères récurrentes ulnaires
<i>Astragale</i>	Talus
<i>Bandelette de Maissiat</i>	Tractus iliotibial
<i>Bandelette ilio-tibiale</i>	Tractus iliotibial
<i>Crête fessière du fémur</i>	Crête glutéale du fémur
<i>Crête sous-trochantérienne</i>	Crête du grand tubercule de l'humérus
<i>Cubital</i>	Ulnaire
<i>Cubitus</i>	Ulna
<i>Epicondyle de l'humérus</i>	Epicondyle latéral de l'humérus
<i>Fossette digitale</i>	Fosse trochantérique
<i>Grand ligament plantaire</i>	Ligament plantaire long
<i>Ligament rotulien</i>	Ligament patellaire
<i>Ligament vertébral commun antérieur</i>	Ligament longitudinal antérieur du rachis
<i>Ligne oblique du tibia</i>	Ligne soléaire du tibia
<i>Muscle adducteur du gros orteil</i>	Muscle adducteur de l'hallux
<i>Muscle brachial antérieur</i>	Muscle brachial
<i>Muscle court supinateur</i>	Muscle supinateur
<i>Muscle crural</i>	Muscle vaste intermédiaire
<i>Muscle grand fessier</i>	Muscle grand glutéal
<i>Muscle moyen fessier</i>	Muscle moyen glutéal
<i>Muscle quadriceps crural</i>	Muscle quadriceps fémoral
<i>Muscle vaste externe</i>	Muscle vaste latéral
<i>Muscle vaste externe</i>	Muscle vaste latéral
<i>Muscles quadriceps crural</i>	Muscles quadriceps fémoral
<i>Nerf sus-claviculaire</i>	Nerf supra-claviculaire
<i>Os iliaque</i>	Os coxal
<i>Péroné</i>	Fibula
<i>Plateau tibial</i>	Surface articulaire proximale du tibia
<i>Rotule</i>	Patella
<i>Rotulien</i>	Patellaire
<i>Surface auriculaire de l'os iliaque (ilion)</i>	Surface auriculaire de l'os coxal
<i>Sus-épitrochléen</i>	Supra-épitrochléen
<i>Tendon d'Achille</i>	Tendon calcanéen
<i>Trochanter du fémur</i>	Grand trochanter du fémur
<i>Tubérosité bicipitale du radius</i>	Tubérosité du radius
<i>Tubérosité externe du tibia</i>	Condyle latéral du tibia

Correspondance entre les nomenclatures (ordre alphabétique selon l'ancienne nomenclature)

<i>Ancienne nomenclature</i>	<b>Nouvelle nomenclature</b>
------------------------------	------------------------------

<i>Apophyse sus-épitrochléenne</i>	Apophyse supra-épitrochléenne
<i>Artère collatérale interne inférieure</i>	Artère collatérale ulnaire inférieure
<i>Artères récurrentes cubitales</i>	Artères récurrentes ulnaires
<i>Tubérosité externe du tibia</i>	Condyle latéral du tibia
<i>Crête sous-trochantérienne</i>	Crête du grand tubercule de l'humérus
<i>Crête fessière du fémur</i>	Crête glutéale du fémur
<i>Epicondyle de l'humérus</i>	Epicondyle latéral de l'humérus
<i>Péroné</i>	Fibula
<i>Fossette digitale</i>	Fosse trochantérique
<i>Trochanter du fémur</i>	Grand trochanter du fémur
<i>Ligament vertébral commun antérieur</i>	Ligament longitudinal antérieur du rachis
<i>Ligament rotulien</i>	Ligament patellaire
<i>Grand ligament plantaire</i>	Ligament plantaire long
<i>Ligne oblique du tibia</i>	Ligne soléaire du tibia
<i>Muscle adducteur du gros orteil</i>	Muscle adducteur de l'hallux
<i>Muscle brachial antérieur</i>	Muscle brachial
<i>Muscle grand fessier</i>	Muscle grand glutéal
<i>Muscle moyen fessier</i>	Muscle moyen glutéal
<i>Muscle quadriceps crural</i>	Muscle quadriceps fémoral
<i>Muscle court supinateur</i>	Muscle supinateur
<i>Muscle crural</i>	Muscle vaste intermédiaire
<i>Muscle vaste externe</i>	Muscle vaste latéral
<i>Muscle vaste externe</i>	Muscle vaste latéral
<i>Muscles quadriceps crural</i>	Muscles quadriceps fémoral
<i>Nerf sus-claviculaire</i>	Nerf supra-claviculaire
<i>Os iliaque</i>	Os coxal
<i>Rotule</i>	Patella
<i>Rotulien</i>	Patellaire
<i>Apophyse coronoïde</i>	Processus coronoïde
<i>Apophyse coronoïde (cubitus)</i>	Processus coronoïde (ulna)
<i>Sus-épitrochléen</i>	Supra-épitrochléen
<i>Plateau tibial</i>	Surface articulaire proximale du tibia
<i>Surface auriculaire de l'os iliaque (ilion)</i>	Surface auriculaire de l'os coxal
<i>Astragale</i>	Talus
<i>Tendon d'Achille</i>	Tendon calcanéen
<i>Bandelette de Maissiat</i>	Tractus iliotibial
<i>Bandelette ilio-tibiale</i>	Tractus iliotibial
<i>Tubérosité bicipitale du radius</i>	Tubérosité du radius
<i>Cubitus</i>	Ulna
<i>Cubital</i>	Ulnaire

Correspondance entre les nomenclatures (ordre alphabétique selon la nouvelle nomenclature)

**DIACHRONICAL EVOLUTION (ANTHROLOGY AND  
PALEOPATHOLOGY) OF INFRA-CRANIAL ADULT SKELETONS FROM  
HISTORICAL POPULATION IN SOUTH-WEST OF FRANCE (NOTRE-DAME-  
DU-BOURG NECROPOLIS, DIGNE, 4<sup>TH</sup>- 17<sup>TH</sup> CENTURY A.D.)**

This work presents the results of a physical anthropological and paleopathological study of infracranial skeleton of 776 adults buried in the necropolis of Notre-Dame-du-Bourg (Digne, Alpes de Haute Provence, France, 4<sup>th</sup>-17<sup>th</sup> century).

The different studied characters are chosen to show diachronic variations of the way of life in that population : determination of skeletal age at death, osteoarthritis, diffuse idiopathic skeletal hyperostosis, enthesopathies, long bone lengths, anatomic discrete traits. For each character, an aetiologic and epidemiologic discussion is led from the observations and scientific knowledge. The concept of “skeletal markers of occupational stress” is discussed.

The diachronic variations observed show the evolution of the state of health and the way of life between the Middle Ages (11<sup>th</sup> – 13<sup>th</sup> century) and the beginning of modern times (16<sup>th</sup> – 17<sup>th</sup> century) in that sample.

Keywords : infracranial skeleton, paleopathology, physical anthropology, determination of skeletal age at death, osteoarthritis, diffuse idiopathic skeletal hyperostosis, enthesopathies, anatomic discrete traits, skeletal markers of occupational stress, Middle Ages, 16<sup>th</sup> century, 17<sup>th</sup> century

**ÉVOLUTION DIACHRONIQUE (ANTHROPOLOGIQUE ET  
PALÉOPATHOLOGIQUE) DU SQUELETTE POST-CRÂNIEN DES  
ADULTES D'UNE POPULATION HISTORIQUE DU SUD-EST DE  
LA FRANCE (NÉCROPOLE NOTRE-DAME-DU-BOURG, DIGNE, 4<sup>e</sup>-  
17<sup>e</sup> SIÈCLE APRÈS J.-C.)**

Ce travail présente les résultats de l'étude anthropologique et paléopathologique du squelette post-crânien de 776 adultes exhumés de la nécropole historique de Notre-Dame-du-Bourg (Digne, Alpes de Haute Provence, France, 4<sup>e</sup>-17<sup>e</sup> siècle).

Les critères d'études ont été sélectionnés pour appréhender les variations diachroniques du mode de vie de cette population : estimation de l'âge au décès, lésions arthrosiques des membres et maladie hyperostosante, enthésopathies, dimensions des os longs, caractères discrets anatomiques. Une discussion étiologique et épidémiologique de chaque caractère étudié a été menée à partir des observations et des données de la littérature. La validité du concept de « marqueur osseux d'activité » notamment est discutée.

Les variations diachroniques observées témoignent d'une évolution de l'état de santé et du mode de vie entre le Moyen-Âge (11<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> siècle) et le début de l'ère moderne (16<sup>e</sup> -17<sup>e</sup> siècle) dans cet échantillon.

Mots-clés : squelette post-crânien, paléopathologie, anthropologie physique, arthrose, enthésopathies, caractères discrets anatomiques, marqueur osseux d'activité, Moyen-Âge, 16<sup>e</sup> siècle, 17<sup>e</sup> siècle.

Laboratoire d'Anthropologie Anatomique et de Paléopathologie [ L A 2 P ]

8, Avenue Rockefeller

69373 Lyon Cedex 08