

# Marqueurs osseux d'activités physiques : étude du squelette appendiculaire d'une population nabatéo-romaine (Syrie du Sud)

## Occupational stress markers on the appendicular skeleton of a Nabatean-Roman population (Southern Syria)

O. Baker · H. Duday · O. Dutour

Reçu le 30 mars 2010 ; accepté le 31 mai 2011  
© Société d'anthropologie de Paris et Springer-Verlag France 2011

**Résumé** Les lésions des enthèses et des articulations ayant été considérées dans la littérature comme étant de possibles indicateurs d'activité des populations anciennes, le présent travail a pour but d'en approcher certains aspects dans une population agricole antique proche-orientale. Nous avons analysé 15 sites d'insertion musculaire et ligamentaire (enthèses) et 21 sites articulaires du squelette appendiculaire d'une collection ostéoarchéologique constituée de 96 individus adultes provenant de la fouille d'un tombeau nabatéo-romain à Salkhad (Syrie méridionale). Certains caractères morphologiques non métriques sur le fémur, le tibia et l'humérus ont été également pris en compte. La fréquence des traumatismes a été également considérée. Les enthésopathies sont plus fréquentes au membre thoracique pour certaines enthèses (muscles *biceps brachii*, *subscapularis* et *triceps brachii*) avec une symétrie droite et gauche. Les articulations les plus touchées sont celles de l'épaule, suivies de celle du coude et du poignet. Pour le membre pelvien, les pathologies des insertions des muscles *triceps surae*, *gluteus maximus* et *ilio psoas* sont les plus fréquentes. La fréquence des atteintes dégénératives et enthésopathiques, l'association lésionnelle pour certaines localisations, la présence de caractères

morphologiques fonctionnels ou posturaux retrouvés sur le fémur et l'humérus ainsi que la fréquence des traumatismes suggèrent une surcharge physique dans cette population. Bien qu'il ne soit pas possible d'établir un lien direct avec des activités précises, cette observation est contemporaine des grands travaux de construction dans la région du Hauran antique développés dans le courant du II<sup>e</sup> siècle après J.-C. sous le règne de l'empereur Trajan et employant une main-d'œuvre locale. **Pour citer cette revue : Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris 24 (2012).**

**Mots clés** Enthésopathies · Arthrose · Microtraumatique · Caractères non métriques · Nabatéo-romaine

**Abstract** Given that various types of enthesopathy and degenerative joint disease have been considered in the literature as possible indicators of the activities of ancient peoples, this study addresses some of these aspects in an ancient farming population in the Near East. We analyzed 15 muscle and ligament attachment sites (entheses) and 21 joint sites in the appendicular skeleton of an osteo-archaeological collection consisting of 96 adult individuals from the Nabatean-Roman excavation in Salkhad, in southern Syria. Certain non-metric morphological traits of the femur, tibia and humerus as well as the frequency of traumatic injuries were also examined. Lesions were found to be more frequent in some entheses in the thoracic member, such as the *biceps brachii*, *subscapularis* and *triceps brachii* muscles of the scapula, with right-left symmetry. The joints most affected were the shoulder, followed by the elbow and wrist. In the pelvic limb, lesions of the *triceps surae*, *gluteus maximus* and *ilio psoas* muscles were most frequently affected. The frequency of osteoarthritis and enthesopathies, their association in some lesional sites, the presence of non-metric morphological traits observed on the femur and humerus and the elevated occurrence of trauma all suggest high levels of physical overload in this population. Although it is not

---

O. Baker (✉) · H. Duday (✉) · O. Dutour (✉)  
Laboratoire de paléanthropologie de l'école pratique  
des hautes études UMR 5199 PACEA, avenue des Facultés,  
33405 Talence cedex, France  
e-mail : oussamareha@yahoo.com,  
h.duday@anthropologie.u-bordeaux1.fr,  
olivier.dutour@ephe.sorbonne.fr, oj.dutour@utoronto.ca

H. Duday · O. Dutour  
Laboratoire d'anthropologie des populations du passé,  
UMR 5199, PACEA (CNRS-université de Bordeaux-I),  
Avenue des Facultés, Equipe A3P Bat B8,  
33405 Talence cedex, France

O. Dutour  
Department of Anthropology, University of Toronto,  
19 Russel Street Toronto, Canada

possible to link these directly to specific activities, our observations are chronologically contemporaneous with major construction work that employed the local farming population in the ancient Hauran region in the second century AD, during the reign of the Roman Emperor Trajan. *To cite this journal: Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris 24 (2012).*

**Keywords** Enthesopathy · Osteoarthritis · Microtraumatic · Non-metric traits · Nabatean-Roman

## Introduction

Les traces réactionnelles ou adaptatives générées sur le squelette humain par des activités répétées ou intenses, dénommées sous le terme français de « marqueurs osseux d'activités » (MOA) [1], peuvent traduire deux types de lésions traumatiques selon leur importance : macrotraumatique (fracture, luxation ou arrachement tendineux) ou microtraumatique (fracture de fatigue, arthroses secondaires et lésions abarticulaires). D'autres marqueurs peuvent être pris en compte, telles l'asymétrie de robustesse des membres et certaines adaptations fonctionnelles ou posturales de la morphologie ostéoarticulaire [2,3].

La recherche des traces d'activités sur le squelette humain est un thème de recherche initié dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle [4] qui bénéficie des progrès récents de la traumatologie et de la microtraumatologie du sport, permettant d'interpréter les signes osseux, articulaires et abarticulaires liés à la pratique sportive. Plus de 130 de ces marqueurs ont été recensés en anthropologie, en médecine du travail et en médecine du sport [2,5,6]. Ce thème de recherche a suscité un intérêt certain en anthropologie [1,3,7–17] dans la mesure où il ouvre une perspective de reconstruction des modes de vie des populations anciennes. Cependant, ces inférences doivent se baser, d'une part, sur les sources archéologiques, ethnographiques et historiques les plus solides possible et, d'autre part, être utilisées avec prudence, dans la mesure où le lien entre activité et lésion n'est ni absolu ni spécifique. Trois publications parues en 2010 [18–20] portent sur la prise en compte des enthésopathies en tant que marqueurs d'activité des populations du passé et montrent que le débat est toujours ouvert. Une méthode d'étude de cotation des enthéses, composée de quatre systèmes de cotation, a été récemment proposée par Villotte [12,16]. Elle a été testée sur un échantillon de référence d'âge, de sexe et d'activités connus, permettant de mettre en rapport les modifications osseuses et l'activité physique pour l'un des quatre systèmes proposés.

D'autres sources de la littérature médicale corrélient les altérations de certaines enthéses avec l'activité pratiquée. Par exemple, une étude clinique portant sur l'effet de l'exercice sur les tendons épicondyliens latéraux chez les joueurs de tennis a été effectuée sur 73 « vétérans » [5]. Cette étude

apporte des réponses étiologiques quant à l'altération osseuse en rapport avec la pratique d'une activité physique. Une autre étude de 234 dossiers IRM de patients explorés pour une pathologie tendineuse [6] a souligné l'effet des contraintes répétitives sur les tendons.

En dehors des lésions des enthéses, les altérations articulaires figurent parmi les traces d'activités parmi les mieux identifiables sur le squelette d'un individu [1,21–23]. Cette maladie dégénérative, nommée arthrose (ou ostéoarthrose) en français et *osteoarthritis* en anglais, a fait l'objet de nombreux travaux en paléopathologie. Les connaissances cliniques ont permis de la mettre en rapport avec de nombreux facteurs tels que l'âge, le sexe, les facteurs génétiques, les traumatismes, les troubles métaboliques, biomécaniques et le surmenage fonctionnel [21,24–32].

Le débat sur la relation arthrose–niveau d'activité physique est toujours d'actualité. Selon certains auteurs, plusieurs arguments sont en faveur du rôle du surmenage fonctionnel dans l'origine de ces lésions dégénératives [10,21–23,33–36]. Pour d'autres, ces manifestations sont uniquement le résultat du vieillissement [31,37,38]. Parmi les recherches en faveur du rôle de l'activité physique et du mode de vie dans la genèse des lésions arthrosiques, l'étude de Thelin et Holmberg [39], réalisée sur un large effectif de sujets masculins vivant en milieu rural et urbain, a montré que les agriculteurs ont un risque considérablement accru de développer une arthrose de la hanche par rapport aux sujets urbains et ceux vivant en milieu rural mais de professions non agricoles. Le caractère polyfactoriel de la maladie arthrosique rend cependant, pour certains auteurs, son utilisation en tant que marqueur d'activité dans les séries squelettiques difficile sinon impossible [40].

Autant pour les enthéses que pour les articulations, s'il est bien montré dans les travaux cliniques qu'il est possible d'établir un lien direct entre une activité spécifique et une lésion qui ne l'est pas, le problème principal des MOA est que l'inversion de la démarche (remonter à partir d'un marqueur peu spécifique à une activité spécifique) est la plupart du temps hautement spéculative [1,25]. Pour l'arthrose, cette difficulté est bien illustrée par Waldron [40] par l'image « des robinets et du seau » (*the taps and the bucket*). Plusieurs robinets (les différentes étiologies) peuvent contribuer à remplir un seau (l'arthrose). Si on peut reconnaître au départ quels sont les robinets ouverts (métabolique, traumatique, génétique...), une fois qu'ils sont fermés, il est très difficile de savoir rétrospectivement de quel robinet vient principalement l'eau dans le seau.

Conscient de cette difficulté fondamentale, l'objectif de notre recherche est d'analyser les enthésopathies, les lésions dégénératives et des caractères morphologiques ostéoarticulaires en vue d'approcher, dans la mesure du possible, le niveau général d'activité physique de cette population nabatéo-romaine de la région hauranaise en Syrie du Sud et

de définir quelques orientations préférentielles de ces activités en les replaçant dans leur contexte historique. L'intérêt anthropologique de cette série réside dans la rareté de la documentation ostéoarchéologique disponible pour cette région en dehors des travaux portant sur les périodes plus anciennes [41–43]. Nos données sont interprétées à la lumière du contexte historique de cette période antique à Hauran.

Pendant cette période, Hauran n'était pas comprise toute entière dans la province romaine de Syrie : les Nabatéens en étaient maîtres dans la plaine de Bostra et au sud du Djebel, y compris Salkhad [44–47], et leur royaume restait indépendant.

La population hauranaise antique semble avoir eu de façon prédominante un mode de vie agricole, passant de l'état de zones sous-peuplées à celui de riches régions agricoles, grâce au développement de techniques méticuleuses d'épierrement, de rétention des sols agricoles et de maîtrise de l'eau. Dès le premier siècle et après l'annexion romaine, il s'agit donc d'une population d'agriculteurs céréaliculteurs [48,49].

En l'an 106, Trajan décide d'annexer l'ensemble du royaume nabatéen et d'en faire la Province romaine d'Arabie, ayant pour capitale Bosra [44,46,47] que Trajan renomme *Nea Traiane Bostra* (la Nouvelle Bosra de Trajan), ce qui a pour conséquence l'intensification des programmes de construction monumentaux. Afin de renouveler l'image de l'ancienne ville nabatéenne, il fige les quartiers autour de constructions majeures telles que le théâtre, l'hippodrome, l'amphithéâtre, les édifices thermaux, les temples, le marché (*macellum*) et le forum.

## Matériel et méthodes

### Matériel

Cette étude a porté sur les restes osseux de 96 individus adultes, provenant de la sépulture collective de Salkhad en Syrie du Sud, située sur une colline volcanique à 28 km au sud de la ville de Suweidâ et à 20 km à l'est de Bosra.

Les études, épigraphique [50] et numismatique, ont permis de dater la sépulture entre la fin du premier et la première moitié du IV<sup>e</sup> siècle de notre ère. L'époque principale d'occupation de Salkhad se situe entre le premier siècle et le milieu du III<sup>e</sup> siècle après J.-C., c'est-à-dire à la fin de l'indépendance nabatéenne et pendant la période impériale romaine (autrement dit nabatéo-romaine). Les noms gravés sur les stèles sont des anthroponymes sémitiques. Tous sont déjà connus en grec et/ou en nabatéen en Syrie du Sud, parfois à Salkhad même [50].

Selon le rapport de fouille archéologique du service des antiquités de Suweidâ [51], il s'agit d'un tombeau rupestre

collectif, creusé dans la pente de la citadelle de Salkhad. L'espace funéraire se compose de huit cavernes de dimensions différentes, elles sont réparties autour d'une petite cour commune [51].

La pratique funéraire consistait à déposer le sujet dans un cercueil dans la caverne centrale, après la décomposition du cadavre, les ossements étaient rassemblés dans d'autres cavernes. Les cercueils en bois ont été laissés dans la cour commune. Aucun squelette en connexion anatomique n'a été retrouvé, ce qui nous a conduits à travailler sur des éléments osseux et non sur des individus. Nous avons concentré dans un premier temps notre étude sur les restes osseux adultes (96 sur 120).

## Méthodes

### Dénombrement

Le dénombrement des individus représentés a été évalué selon la méthode du NMI de fréquence de l'élément osseux le plus représenté du squelette appendiculaire [52,53]. Nous avons retenu les éléments et les caractères anatomiques facilement identifiables et latéralisables (articulations et insertions musculaires), il n'a pas été nécessaire de prendre en compte les trous nourriciers.

### Estimateurs paléodémographiques

La nature de dépôt collectif dans l'espace sépulcral (aucun squelette complet) n'a pas permis la détermination individuelle systématique de nos variables. L'approche a donc été adaptée à l'étude d'un ensemble d'os composé exclusivement de squelettes appendiculaires d'adultes.

Les squelettes immatures n'ont pas été inclus dans cette étude et feront l'objet d'une analyse séparée.

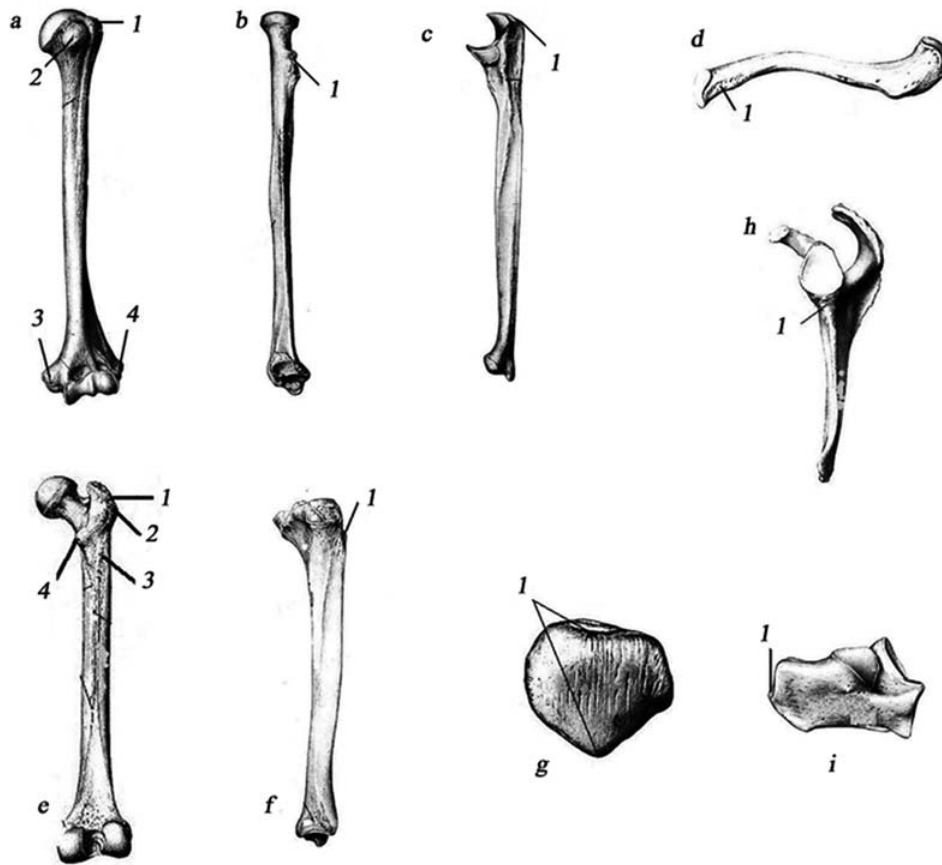
L'âge et le sexe ont seulement pris en compte les caractères morphologiques de l'os coxal [54–56]. La détermination du sexe à partir des os longs nous a semblé trop imprécise dans le cadre de cette étude, même si elle aurait permis d'aborder la question de la répartition sexuelle des tâches, problématique d'un grand intérêt [17,42]. La maturité biologique a été déterminée en considérant la fusion des épiphyses des os longs, en particulier celle de l'extrémité sternale de la clavicule [57].

### Estimateurs paléoépidémiologiques pris en compte

Pour l'analyse du profil paléoépidémiologique, nous avons privilégié trois types de manifestations :

- les altérations des zones d'insertion musculaire (enthésopathies) ;
- les lésions dégénératives (extrarachiennes) ;

Croupe	Enthèses	Localisation	Nature	Source
I	MM. <i>infra/supraspinatus</i>	Humérus	FC	Groupe I de Villotte (2006)
I	M. <i>subscapularis</i>	Humérus	FC	
I	M. <i>extensor digitorum</i>	Humérus	FC	
I	M. <i>flexor digitorum</i>	Humérus	FC	
I	M. <i>biceps brachii</i>	Radius	FC	
I	M. <i>iliopsoas</i>	Fémur	FC	Groupe II de Villotte (2006)
I	M. <i>gluteus medius</i>	Fémur	FC	
I	M. <i>gluteus minimus</i>	Fémur	FC	
II	M. <i>triceps brachii</i>	Scapula	FC	Groupe II de Villotte (2006)
II	M. <i>triceps brachii</i>	Ulna	FC	
II	M. <i>quadriceps femoris</i>	Tibia	FC	
II	M. <i>quadriceps femoris</i>	Patella	FC	
II	M. <i>triceps surae</i>	Calcaneus	FC	
III	M. <i>gluteus maximus</i>	Fémur	F	Groupe IV de Villotte (2006)
III	Lig. <i>costoclaviculare</i>	Clavicule	F	Hawkey (1988)



**Fig. 1** Localisations des enthèses analysées / Location of the entheses analyzed in the study

- certains caractères morphologiques non métriques considérés comme étant d'origine fonctionnelle ou posturale (sur la partie proximale du fémur : la fosse d'Allen, l'empreinte postérieure du col fémoral, l'aspect dit « plaque » et la facette de Poirier ; sur la partie distale du tibia la facette antérieure dite d'accroupissement ; sur la palette de l'humérus, l'empreinte sus-trochléenne).

En ce qui concerne les enthèses, nous avons principalement retenu les sites d'insertion les plus utilisés dans la littérature [12,15,58]. Nous avons adopté la méthode proposée par Villotte [12] en l'adaptant légèrement. Nous avons sélectionné 15 enthèses (Tableau 1 et Fig. 1) corres-

pondant dans leur majorité au groupe I de Villotte [12], localisations validées sur des échantillons de référence d'âge, de sexe et d'activités connus. Nous avons ajouté l'insertion du ligament costoclaviculaire sur la clavicule et celle du muscle *gluteus maximus* sur le fémur, localisations prises en compte par d'autres auteurs [15,59]. Les enthèses analysées ont été classées, en fonction de la nature de l'enthèse, en trois groupes équivalents à ceux de Villotte (Tableau 1).

Trois stades de sévérité des lésions ont été considérés en fonction de chaque groupe d'enthèses (A, B et C), ils sont définis dans les Tableaux 2 à 4).

<b>Tableau 2</b> Aspects de remodelages observés pour le groupe I / <i>Types of remodelling observed in group I</i>	
<b>Degré de remodelage</b>	<b>Aspects mineurs et majeurs de remodelage pour le groupe I</b>
0	Contour régulier et surface régulière, en l'absence de foramen ou de géode au niveau du centre
1	Contour saillant ou irrégulier, ou centre avec des modifications recouvrant moins de la moitié de la surface de l'insertion ou irrégularité légère de toute la surface sous forme de petites aspérités
2	Centre avec modifications importantes recouvrant plus de la moitié de la surface d'insertion, enthésophyte au niveau du contour

<b>Tableau 3</b> Aspects de remodelages observés pour le groupe II / <i>Types of remodelling observed in group II</i>	
<b>Stades</b>	<b>Aspects mineurs et majeurs de remodelage pour le groupe II</b>
A	Absence d'enthésophyte ou d'érosion ; présence possible de petites stries longitudinales au niveau de la périphérie
B	Présence d'un ou de plusieurs petit(s) enthésophyte(s) au niveau de la périphérie, clairement distinct(s) de longueur inférieure ou égale à 2 mm Présence d'une plage d'érosion au niveau du centre, dont la surface est inférieure ou égale à la moitié de la surface totale d'insertion (Fig. 3C)
C	Présence d'un ou de plusieurs enthésophyte(s) bien développé(s) au niveau de la périphérie, de longueur supérieure à 2 mm Présence d'une plage d'érosion au niveau du centre dont la surface est supérieure à la moitié de la surface totale d'insertion (Fig. 3D)

<b>Tableau 4</b> Aspects de remodelages observés pour le groupe III / <i>Types of remodelling observed in group III</i>	
<b>Stades</b>	<b>Aspects mineurs et majeurs de remodelage pour le groupe III</b>
A	Surface globalement régulière
B	Présence d'une irrégularité nette concernant la majeure partie de la zone d'insertion, en l'absence de production osseuse surélevant des zones de l'insertion ou présence d'une empreinte peu profonde visible sur l'os cortical avec des porosités fines et diffuses, de diamètre inférieur ou égale à 1 mm (Fig. 3F,G)
C	Irrégularité nette concernant la majeure partie de la zone d'insertion et présence d'un grand relief ou de plusieurs petits reliefs se distinguant de la zone d'insertion ou présence d'une lacune locale profonde recouvrant la surface de l'enthèse (Fig. 3E,H)

Le stade A correspond à l'absence de lésion observable sur la surface de l'enthèse. Le stade B désigne une sévérité lésionnelle modérée en dimension et/ou en étendue sur la surface ou la périphérie de l'enthèse. Le stade C est défini par des aspects de lésions avancées en dimension et/ou en étendue sur la surface ou la périphérie de l'enthèse.

Le premier groupe (I) comprend huit enthèses fibrocartilagineuses (Figs. 1 et 3). Nous avons considéré comme enthésopathies toute production enthésophytique au niveau du contour et des forams, la présence de géodes et toute irrégularité plus ou moins importante de la surface ou du centre des enthèses : trois valeurs de 0 à 2 ont été attribuées au centre et aux contours de l'enthèse. La détermination du stade se base sur l'addition de ces valeurs : A = 0 ; B = entre 1–2 ; C = entre 3–4 [12].

Pour le deuxième groupe (II) qui comprend cinq enthèses fibrocartilagineuses (Figs. 1 et 3), nous avons considéré comme enthésopathies la présence d'une production enthésophytique, le plus souvent observée à la périphérie mais qu'on peut aussi observer au niveau du centre de l'enthèse. Pour ce groupe, l'attribution de stade dépend des dimensions de la plage enthésophytique du contour ou de la présence ou de l'absence d'érosions au niveau du centre (Tableau 2) [12,58,60]

Le groupe III comprend les deux autres sites d'insertions supplémentaires : celle du ligament costoclaviculaire sur la clavicule et celle du muscle grand fessier sur le grand trochanter, insertions pour lesquelles deux formes de lésions ont été respectivement considérées (Figs. 1 et 3) :

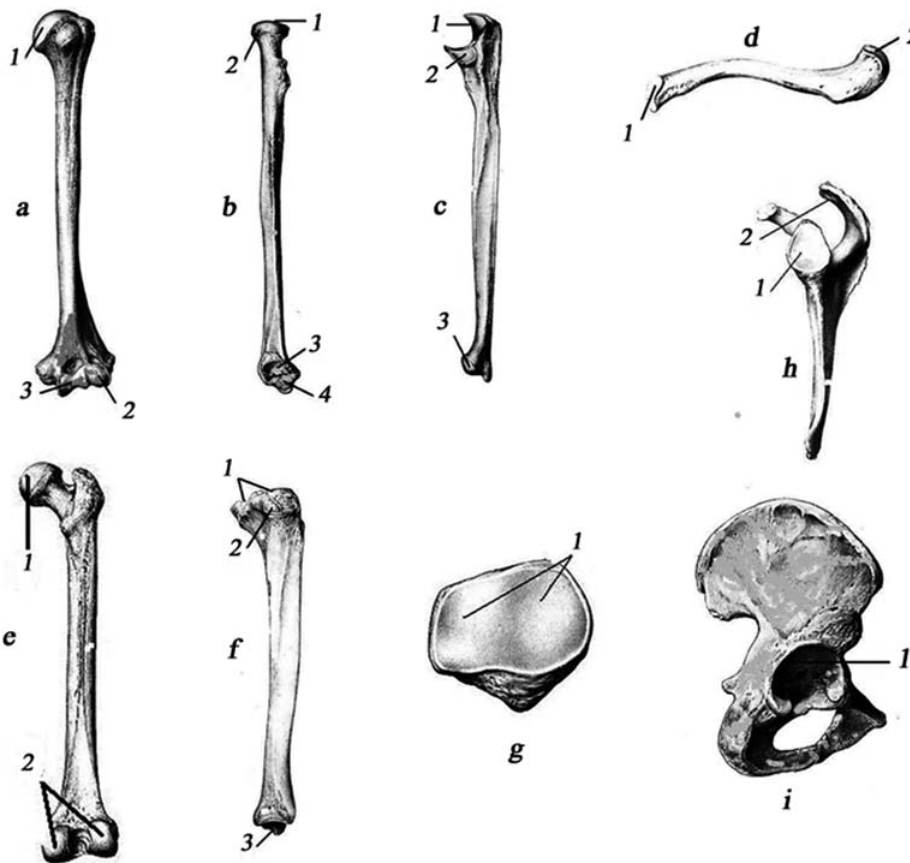
- une lacune corticale localisée ou des porosités diffuses sur la zone d'insertion (ligament costoclaviculaire) (Fig. 3g et h) ;
- ou bien une tubérosité surélevant toute l'insertion (muscle grand fessier) (Fig. 3f et e).

L'attribution du stade dépend de la profondeur et de la dimension de la lacune corticale et/ou du degré de l'irrégularité de la surface [12,15] (Tableau 4).

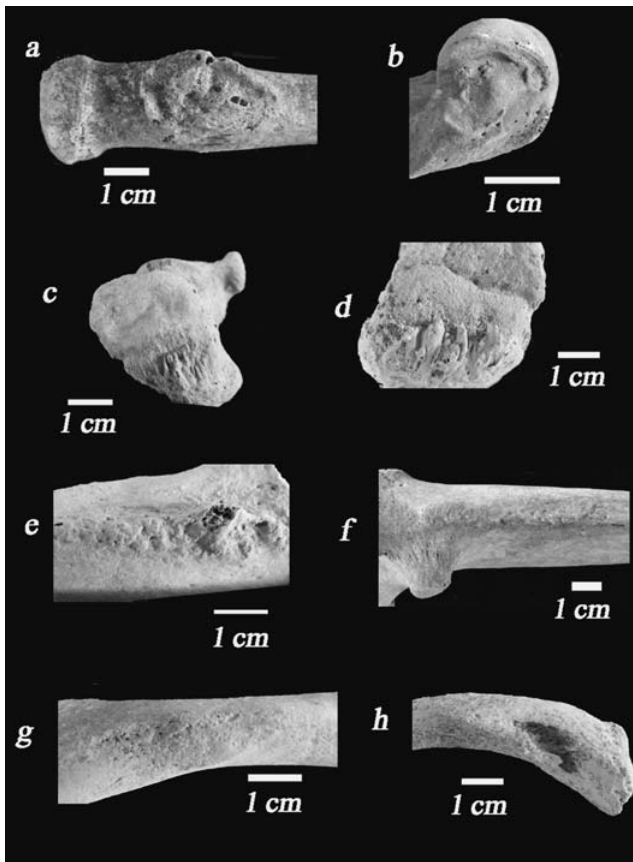
Les lésions macrotraumatiques ont été analysées selon leur fréquence dans l'échantillon.

Pour l'arthrose, nous avons retenu 21 sites articulaires (Fig. 2).

Nous avons choisi la méthode diagnostique de l'arthrose [10,33,35] basée sur l'observation, pour chaque site articulaire, de la présence isolée ou associée des trois lésions suivantes (Fig. 4) :



**Fig. 2** Articulations étudiées / Joints examined

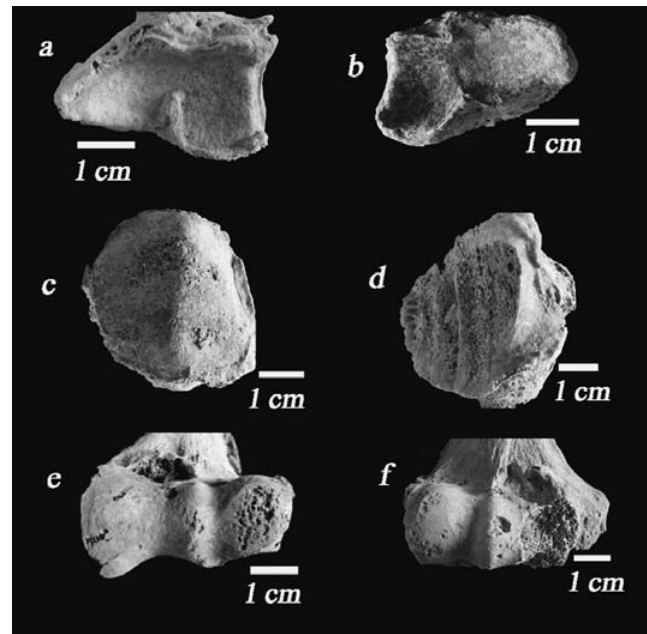


**Fig. 3** Stades de sévérité des enthésopathies. a : *biceps brachii* du groupe I (stade C); b : *extensor digitorum* du groupe I (stade B); c : *triceps surae* du groupe II (stade B); d : *triceps surae* du groupe II (stade C); e : *gluteus maximus* du groupe III (stade C); f : *gluteus maximus* du groupe III (stade B); g : *ligamenta costoclaviculare* du groupe III (stade B); h : *ligamenta costoclaviculare* du groupe III (stade C) / *Stages in the severity of enthesopathies. a: biceps brachii in group I (stage C); b: extensor digitorum in group I (stage B); c: triceps surae in group II (stage B); d: triceps surae in group II (stage C); e: gluteus maximus in group III (stage C); f: gluteus maximus in group III (stage B); g: ligamenta costoclaviculare in group III (stage B); h: ligamenta costoclaviculare in group III (stage C)*

- présence d'ostéophytes marginaux (production osseuse périarticulaire) ;
- surface articulaire érodée avec présence de microporosités ou *pitting* ;
- éburnation (surface osseuse dense et polie).

Nous avons enregistré nos valeurs sur une échelle de sensibilité allant de 0 à 2, représentant respectivement les caractères : absent, moins de la moitié, plus de la moitié de la surface, en insérant une cotation intermédiaire (0,5–1,5), totalisant donc cinq stades.

Les caractères morphologiques évalués (présence/absence) au niveau du fémur sont la fosse d'Allen [61] ; la



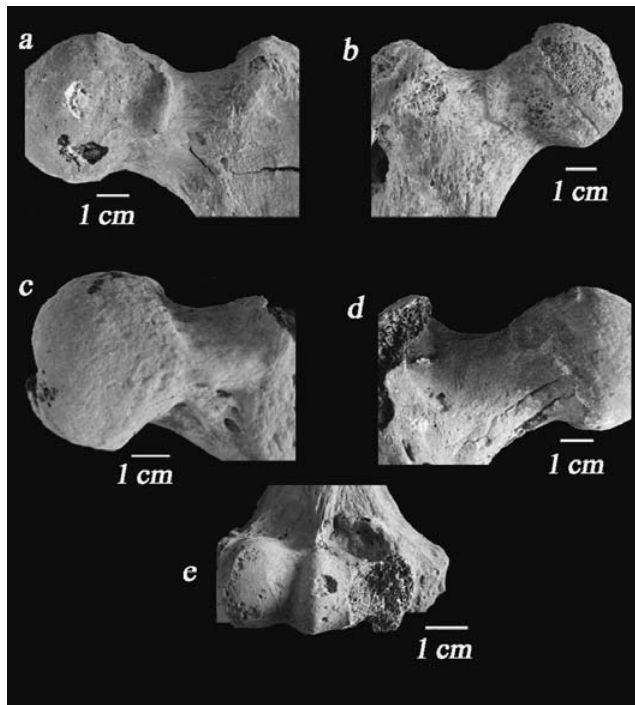
**Fig. 4** Signes considérés pour le diagnostic de l'arthrose. a et b : ostéophytes ; c : *pitting* + ostéophytes ; d et e : éburnation + *pitting* + ostéophytes ; f : éburnation + ostéophytes / *Indications considered for the diagnosis of osteoarthritis. a and b: osteophytes; c: pitting + osteophytes; d + e: eburnation + pitting + osteophytes; f: eburnation + osteophytes*

facette de Poirier [62] ; l'empreinte iliaque antérieure dite « plaque » [61] et l'empreinte postérieure du col fémoral [63]. En clinique, ces « variations » anthropologiques peuvent correspondre à des signes de contraintes mécaniques (position, activité) entre le fémur et l'acétabulum décrits sous le terme de *femoro-acetabular impingement syndrome* [64]. Au niveau du tibia, nous avons recherché la classique facette d'accroupissement [65]. Au niveau de l'humérus, nous avons comptabilisé l'empreinte sus-trochléenne liée au contact forcé par flexion du coude avec le bec de l'olécrâne (Fig. 5 et Tableau 5).

#### Méthodes statistiques

L'analyse des fréquences des marqueurs a été recherchée selon la latéralisation et la localisation anatomique ; en considérant dans un premier temps les enthésopathies selon les fréquences des stades de développement. Les fréquences ont été calculées en considérant la présence ou l'absence des lésions et sans distinction de stades. Nous n'avons pas retenu les quelques cas d'arthrose présentant des signes traumatiques ou d'ostéochondrite disséquante.

Les différences ont été comparées en utilisant le test exact de Fisher, le critère de signification considéré dans les tests est inférieur à 0,05 ( $p < 0,05$ ). Les tests ont été réalisés par le logiciel libre « R » dans sa version 2.2.1.



**Fig. 5** Caractères morphologiques. a : « plaque » ; b : fosse d'Allen ; c : facette de Poirier ; d : empreinte cervicale postérieure ; e : empreinte sus-trochléenne / *Non-metric morphological traits*; a: plaque; b: Allen's fossa; c: Poirier's facet; d: posterior cervical imprint, e: supra-trochlear imprint

## Résultats

### Dénombrement

Les insertions musculaires et les éléments articulaires assurent les meilleurs scores de représentation de NMI, cela concerne quatre os du membre pelvien et thoracique

(Tableau 6). Le fémur et l'humérus donnent les scores les plus importants pour le *condylus lateralis* et l'insertion épicondylienne médiale (*flexor digitorum*) à savoir 96 individus pour l'humérus droit et 95 pour le fémur droit. L'ulna et le calcaneus donnent des valeurs proches, soit 91 pour l'ulna droit et 86 pour le calcaneus droit. Le NMI de fréquence retient un échantillon adulte de 96 individus.

### Détermination de l'âge et du sexe à partir de l'étude de l'os coxal

L'âge et le sexe ont été établis seulement pour les os coxaux à savoir pour 47 os coxaux sur le même principe du NMI de fréquence (47 droits et 40 gauches).

Ils appartiennent à 34 hommes et 12 femmes (un coxal reste d'attribution indéterminable) et ont été regroupés en deux catégories d'âge : adultes jeunes et adultes âgés à laquelle s'ajoutent les coxaux dont l'âge est indéterminé (Fig. 6). Il y a une légère prédominance d'adultes jeunes (23 pour 19) et une nette surreprésentation masculine. Il y a autant de femmes adultes jeunes qu'âgées (six vs six) mais plus d'hommes jeunes qu'âgés (17 vs 13).

### Enthésopathies

#### Enthésopathies du membre thoracique

Sans l'attribution des stades, les enthésopathies du membre thoracique les plus fréquemment observées sont celles concernant les insertions des muscles *biceps brachii* (46 %), *triceps brachii* (chef long sur la scapula — 35 % — et insertion distale sur l'ulna — 25 %), *subscapularis* (22 %) et l'insertion du ligament *costoclaviculaire* (53 %). Avec des fréquences moindres mais non négligeables, on retrouve l'insertion des muscles *extensor digitorum* (20 %), *infraspinatus* et

Tableau 5 Définition des caractères morphologiques non métriques / <i>Definition of non-metric traits</i>		
Trait	Définition des caractères non métriques	Source
<b>Fémur :</b>		
Fosse d'Allen	Dépression ou plage d'érosion située sur le col fémoral antérieur près de la surface articulaire sans continuité avec cette dernière (Fig. 5b)	Finnegan (1978)
Facette de Poirier	Extension du cartilage articulaire de la tête, en direction du col fémoral (Fig. 5c)	Buikstra & Ubelaker (1994)
« Plaque »	Plaque rugueuse, située à proximité du bord antérosupérieur de la facette articulaire, sans continuité anatomique avec cette dernière (Fig. 5a)	Finnegan (1978)
Empreinte cervicale postérieure	Ressemble à la facette de Poirier, mais localisée sur la partie postérieure du col fémoral (Fig. 5d)	Kostick (1963)
<b>Humérus :</b>		
Empreinte sus-trochléenne	Dépression plus ou moins profonde avec un bourrelet surélevé dans la périphérie, située dans la partie distale de l'humérus (Fig. 5e)	Baker et al. (in prep)



**Tableau 6** Éléments ostéologiques d'estimation du NMI / *Estimation of the minimum number of individuals from osseous elements*

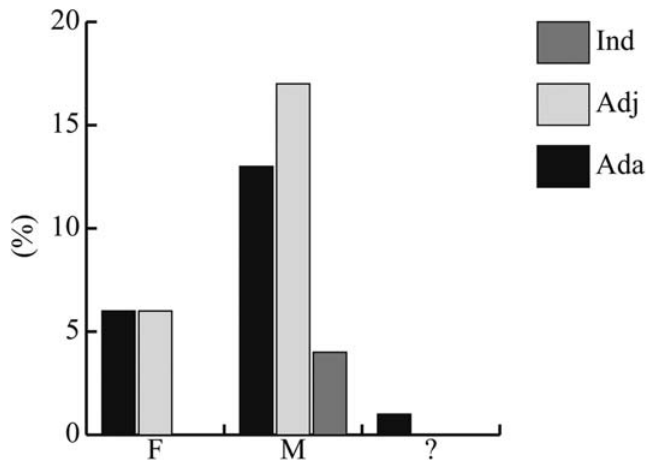
OS	Élément anatomique	D	G	?
Scapula	<i>Art. acromioclavicularis</i>	37	31	
	<i>Cavitas glenoidalis</i>	41	36	
	<i>Triceps brachii</i>	35	38	
Clavicule	<i>Art. acromioclavicularis</i>	42	32	
	<i>Art. sternoclavicularis</i>	24	30	4
	<i>Ligamenta costoclaviculare</i>	37	36	4
Humérus	<i>Caput humeri</i>	63	53	27
	<i>Art. humeroradialis</i>	89	88	3
	<i>Art. humeroulnaris</i>	88	86	3
	<i>Infra/supraspinatus</i>	59	48	4
	<i>Subscapularis</i>	52	56	1
	<i>Extensor digitorum</i>	96	76	7
	<i>Flexor digitorum</i>	94	77	8
Ulna	<i>Art. humeroulnaris</i>	84	77	1
	<i>Art. radioulnaris proximalis</i>	85	78	1
	<i>Art. radioulnaris distalis</i>	8	10	29
	<i>Triceps brachii</i>	88	77	
Radius	<i>Art. humeroradialis</i>	46	27	38
	<i>Art. radioulnaris distalis</i>	54	39	1
	<i>Art. radiocarpalis</i>	54	39	1
	<i>Art. radioulnaris proximalis</i>	46	27	38
	<i>Biceps brachii</i>	58	39	35
Fémur	<i>Articulatio coxae</i>	60	51	43
	<i>Condylus medialis</i>	93	74	3
	<i>Condylus lateralis</i>	95	80	4
	<i>Facies patellaris</i>	82	71	2
	<i>Ilio psoas</i>	72	45	
	<i>Gluteus medius</i>	87	47	
	<i>Gluteus minimus</i>	86	47	
Tibia	<i>Gluteus maximus</i>	72	49	1
	<i>Facies art. superior</i>	54	53	13
	<i>Facies art. fibularis</i>	54	48	12
	<i>Facies art. inferior</i>	65	65	4
Patella	<i>Quadriceps femoris</i>	56	58	10
	<i>Facies art. femoris</i>	56	68	1
Calcanéus	<i>Quadriceps femoris</i>	54	68	1
	<i>Triceps surae</i>	86	89	14

*supraspinatus* (15 %), *flexor digitorum superficialis* (15 %) (Fig. 7). Il est intéressant de noter que les enthésopathies du *biceps brachialis* et du *triceps brachii* présentent les fréquences les plus importantes de stade C (Figs. 8, 9 et 10).

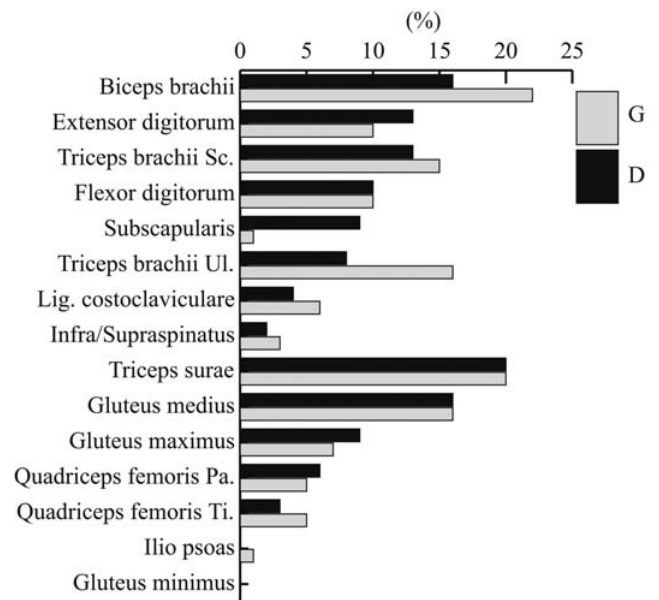
Il existe selon les insertions une asymétrie des atteintes selon la latéralité, avec prédominance habituelle du côté droit à l'exception de l'insertion du *ligamenta costoclaviculare* et celle du muscle *biceps brachii*, qui ont une prédominance du côté gauche, toutefois ces différences de latéralité ne sont significatives que pour l'insertion scapulaire du *triceps brachii*.

### **Enthésopathies du membre pelvien**

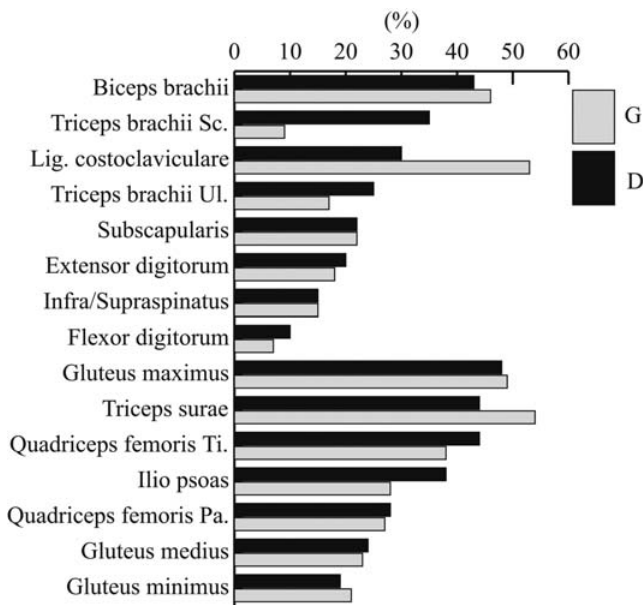
Les fréquences lésionnelles des enthèses les plus élevées concernent les insertions des muscles *triceps surae* (54 %), *gluteus maximus* (49 %), *quadriceps femoris* du tibia (44 %) et *iliopsoas* (38 %), selon la latéralité, on note une prédominance droite à l'exception de l'insertion du muscle *triceps surae* prédominant à gauche, toutes ces différences sont non significatives (Fig. 7). La fréquence lésionnelle est moins importante pour les enthèses des muscles *gluteus medius* et *gluteus minimus*.



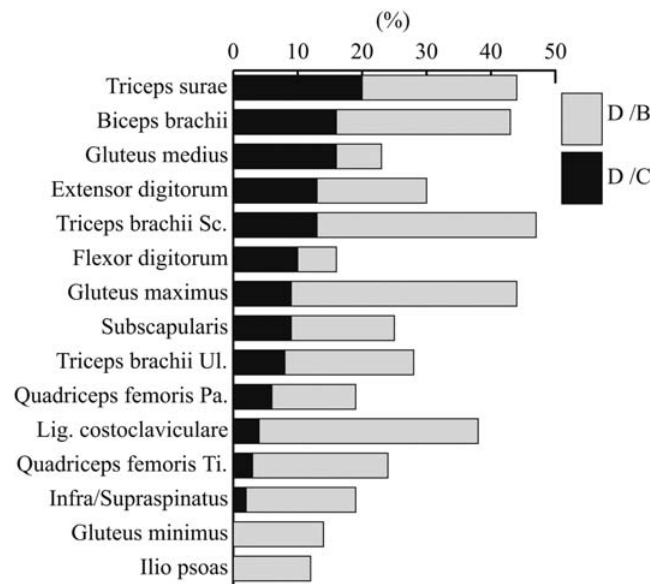
**Fig. 6** Répartition par âge et par sexe (nombre). Ada : adultes âgés ; Adj : adultes jeunes ; Ind : indéterminés ; F : sujets féminins ; M : sujets masculins / *Distribution by age and sex categories (number). Ada: older adults; Adj: young adults; Ind: indeterminate; F: females; M: males*



**Fig. 8** Distribution du stade C selon la latéralisation (%) / *Distribution of stage C enthesopathies by laterality (%)*



**Fig. 7** Fréquence en pourcentage des enthésopathies en fonction de la latéralité (stades C et B réunis) / *Frequency of enthesopathies by laterality; stages B and C combined (%)*

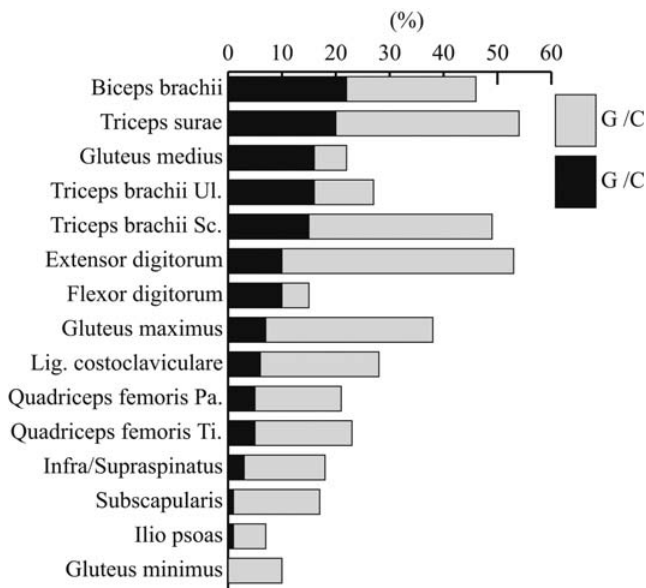


**Fig. 9** Distribution des enthésopathies selon les stades (côté droit) / *Distribution of enthesopathies by stages (right side)*

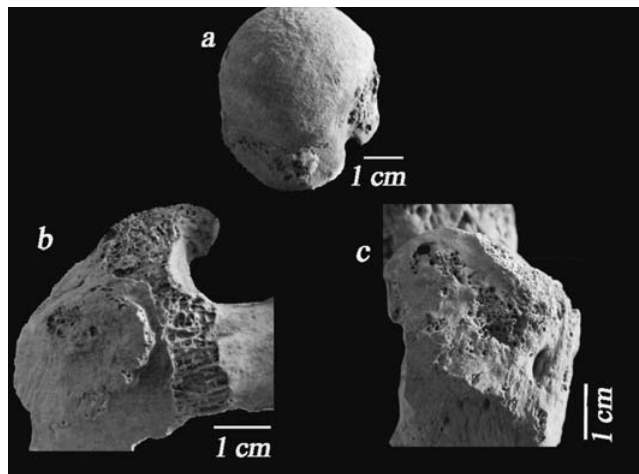
Les fréquences de stade C sont plus importantes pour certaines insertions comme celles des muscles *triceps surae*, *gluteus maximus*, *quadriceps femoris* et *iliopsoas* (Figs. 8, 9 et 10).

Deux types particuliers d'enthésopathies ont été identifiés sur l'humérus et le fémur. Le premier consiste en une altération des tubercules majeur et mineur de l'humérus au niveau

de l'insertion des muscles de la coiffe des rotateurs (*infra-/supraspinatus*, *subscapularis*), caractérisé par une combinaison de petites protubérances et des microgêodes irrégulières (Fig. 11a). Le second type est observé au niveau de trois fémurs, il s'agit d'exostoses surélevées et localisées sur le grand trochanter à l'emplacement de l'insertion du muscle *gluteus minimus*. Un de ces trois fémurs présente une combinaison

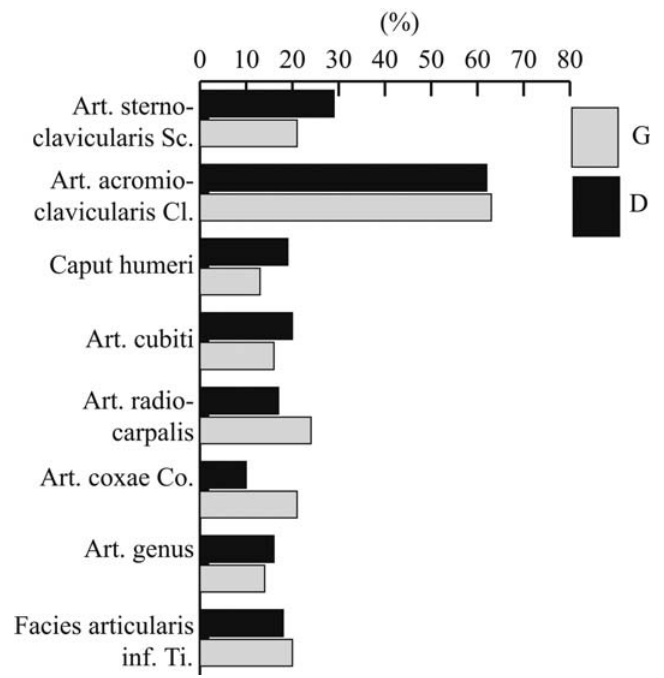


**Fig. 10** Distribution des enthésopathies selon les stades (côté gauche) / *Distribution of enthesopathies by stages (left side)*

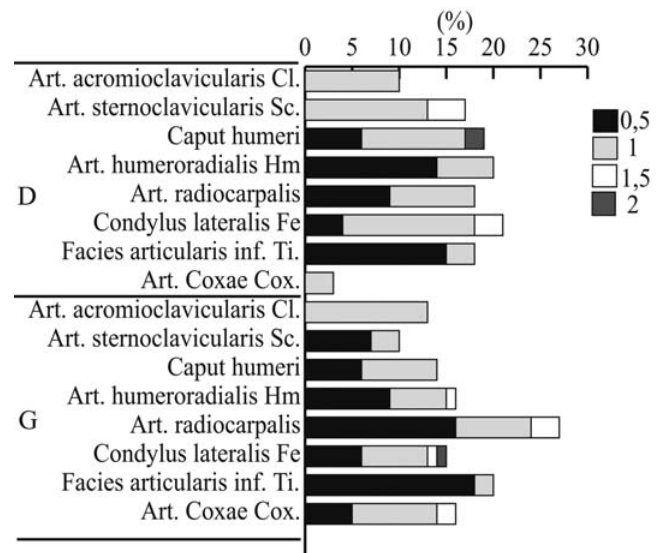


**Fig. 11** a : enthésopathie des insertions des muscles de la coiffe de rotateur ; b + c : séquelles de bursite du muscle grand fessier au niveau de l'extrémité proximale du fémur / *Enthesopathies of humeral muscle attachments of the rotator cuff; b + c: sequel of bursitis on the femoral attachment of the gluteus maximus muscle*

de ce phénomène avec des géodes au niveau de la face postérolatérale du grand trochanter, il semble avoir un lien avec l'inflammation de la bourse séreuse du muscle *gluteus maximus* (Fig. 11b et c). Les bourses dans cette région fessière sont sensibles à des microtraumatismes répétés, essentiellement par contact lié à la position assise (équitation, bursite ischiatique du cocher ou du tisserand ou *weaver's bottom*) [2,66].



**Fig. 12** Fréquence d'arthrose du squelette appendiculaire / *Frequency of osteoarthritis by joint site on the appendicular skeleton*

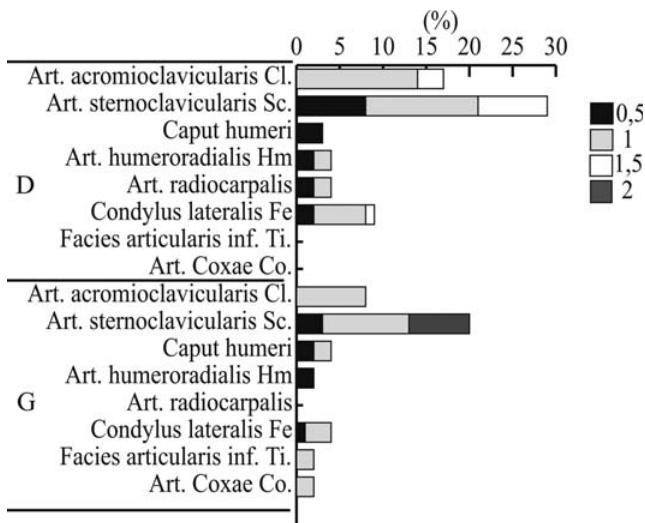


**Fig. 13** Distribution des stades d'ostéophyte pour les articulations les plus altérées / *Distribution of osteophyte scores for the joints most affected*

**Lésions dégénératives**

**Arthrose de la ceinture scapulaire**

La clavicule présente la fréquence d'arthrose la plus élevée au niveau de ses deux extrémités (*articulatio acromioclavicularis* et *sternoclavicularis*).



**Fig. 14** Distribution des stades de *pitting* pour les articulations les plus altérées / *Distribution of pitting scores for the joints most affected*

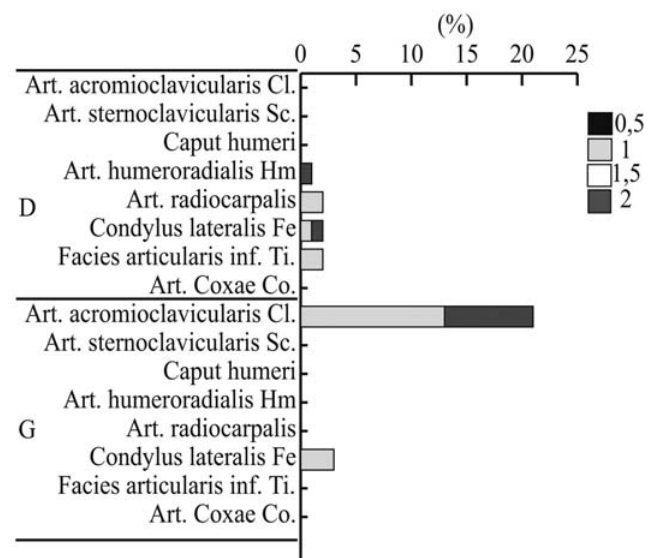
La fréquence de l'arthrose acromioclaviculaire est de 62 % pour le côté droit (soit 18/29) contre 63 % pour le côté gauche (soit 15/24). Il n'existe pas de prédominance entre les côtés droit et gauche (Fig. 12). On note une fréquence relativement importante des stades 1, 1,5 et 2 (Figs. 13, 14 et 15).

La fréquence de l'arthrose sternoclaviculaire est de 29 % (7/29) pour le côté droit et de 21 % (6/24) pour le gauche, cette différence de latéralité n'étant toutefois pas statistiquement significative. Une fréquence mineure des stades 1,5 et 2 est notée (Figs. 13, 14 et 15).

L'arthrose glénohumérale présente une fréquence relativement moindre au niveau des deux éléments de l'articulation (*caput humeri* et *cavitas glenoidalis*). La fréquence de l'arthrose observée sur la *cavitas glenoidalis* (23 % droite et 22 % gauche, soit 9/40 *versus* 8/36) n'est pas significativement différente de celle de la *caput humeri* (19 %, soit 12/62 pour le côté droit, et 13 %, soit 7/53 pour le côté gauche). La fréquence observée sur la *caput humeri* présente le meilleur score de représentativité (Fig. 12). On note également une prédominance du côté droit (non significative).

#### Arthrose du coude

L'arthrose du coude présente une fréquence globale de 20 %. L'épiphyse distale de l'humérus est la plus atteinte, correspondant aux articulations *humeroradialis* et *humeroulnaris*, le côté droit est légèrement plus atteint que le côté gauche (Fig. 12). On note une fréquence plus faible de l'arthrose huméro-ulnaire et de l'articulation radio-ulnaire proximale. Les stades évolués 1,5 et 2 sont moins fréquents (Figs. 13, 14 et 15).



**Fig. 15** Distribution des stades d'éburnation pour les articulations les plus altérées / *Distribution of eburnation scores for the joints most affected*

#### Arthrose du poignet

L'arthrose du poignet, d'une fréquence globale de 24 %, est préférentiellement observée au niveau de l'articulation *radiocarpalis*, le côté gauche est un peu plus fréquemment atteint que le droit (différence non significative).

#### Arthrose de la hanche

L'arthrose de la hanche s'observe plus du côté fémoral que du côté coxal, celui-ci présentant un meilleur score d'observabilité (Tableau 7). Sa fréquence maximale (20 %, soit 13/63) est observée du côté gauche (différence de latéralité non significative).

La répartition de l'arthrose coxofémorale sur les coxaux, dont l'âge et le sexe ont été estimés, montre une fréquence plus importante chez les adultes âgés des deux sexes et une fréquence faible chez les adultes jeunes. Ce sont les femmes (âgées) qui présentent une fréquence plus élevée que les hommes (Fig. 16).

#### Arthrose du genou

L'arthrose fémoropatellaire est plus fréquemment observée au niveau patellaire qu'au niveau de la *facies patellaris* du fémur et plus du côté gauche (non significatif). Pour les trois secteurs articulaires de l'arthrose fémorotibiale (*condylus medialis*, *condylus lateralis* et *facies articularis superior tibial*), la localisation condylienne latérale est la plus fréquente (quel que soit le côté).

Tableau 7 Conservation des articulations et des enthèses / <i>Preservation status of joints and entheses</i>														
OS	Enthèses	D		G		?		Articulations	D		G		?	
		n	%	n	%	n	%		n	%	n	%		
Scapula	<i>M. triceps brachii</i>	31	89	35	92	0	0	<i>Acromioclavicularis</i>	29	78	24	77	N	%
								<i>Cavitas glenoidalis</i>	40	98	36	100		0
Clavicule	<i>Lig. costoclaviculare</i>	30	81	30	83	4	100	<i>Acromioclavicularis</i>	41	98	32	100		0
								<i>Sternoclavicularis</i>	24	100	29	97		0
Humérus	<i>M. infra/supraspinatus</i>	52	88	41	85	2	50	<i>Caput humeri</i>	62	98	53	100	4	100
	<i>M. subscapularis</i>	45	87	51	91	1	100	<i>Humeroradialis</i>	86	97	85	97	26	96
	<i>M. extensor digitorum</i>	92	96	72	95	7	100	<i>Humeroulnaris</i>	86	98	85	99	3	100
	<i>M. flexor digitorum</i>	91	97	73	95	8	100							
Ulna	<i>M. triceps brachii</i>	79	90	70	91	0	0	<i>Humeroulnaris</i>	83	99	76	99	29	100
								<i>Radioulnaris prox</i>	84	99	76	97	38	100
								<i>Radioulnaris dist</i>	8	100	10	100		0
Radius	<i>M. biceps brachii</i>	56	97	37	95	33	94	<i>Humeroradialis</i>	45	98	27	100	1	100
								<i>Radioulnaris dist</i>	53	98	38	97	38	100
								<i>Radiocarpalis</i>	53	98	38	97	40	93
								<i>Radioulnaris prox</i>	45	98	27	100	2	67
Fémur	<i>M. ilio psoas</i>	50	69	32	71	0	0	<i>Articulatio coxae</i>	54	90	43	84	2	50
	<i>M. gluteus medius</i>	68	78	39	83	0	0	<i>Condylus medialis</i>	84	90	65	88	1	50
	<i>M. gluteus minimus</i>	67	78	38	81	0	0	<i>Condylus lateralis</i>	90	95	72	90	11	85
	<i>M. gluteus maximus</i>	61	85	41	84	1	100	<i>Facies patellaris</i>	74	90	60	85		0
Tibia	<i>M. quadriceps femoris</i>	43	77	42	72	3	30	<i>Facies art. superior</i>	54	100	53	100		
								<i>Facies art. fibularis</i>	42	78	38	79		
								<i>Facies art. inferior</i>	65	100	65	100		
Patella	<i>M. quadriceps femoris</i>	50	93	64	94	0	0	<i>Facies art. femoris</i>	54	96	65	96		
Calcaneus	<i>M. triceps surae</i>	70	81	80	90	10	71							

L'arthrose du genou (représentée par l'arthrose fémorotibiale donnant le meilleur score d'observabilité, Tableau 7) montre une fréquence de 16 % pour le côté droit sans différence de latéralité (Fig. 12).

### Arthrose de la cheville

L'arthrose de la cheville n'a été observée que pour l'articulation *facies articularis inferior* du tibia, sa fréquence est d'environ 20 %, sans différence de latéralité.

### Lésions macrotraumatiques

Des fractures consolidées ont été identifiées sur 11 éléments osseux, à savoir la clavicule, l'humérus, le radius, l'ulna et le tibia. Le membre thoracique présente une fréquence plus élevée que le membre pelvien (Tableau 8).

### Clavicule

Les deux cas de la clavicule correspondent à des fractures du tiers distal. Le premier cas (Cl. 2847) est caractérisé par une fracture consolidée avec une déformation axiale de 90° vers

la partie antérieure de la clavicule gauche, accompagnée par des réactions de type myosite ossifiante localisées sur la partie inférieure de la clavicule (Fig. 17a).

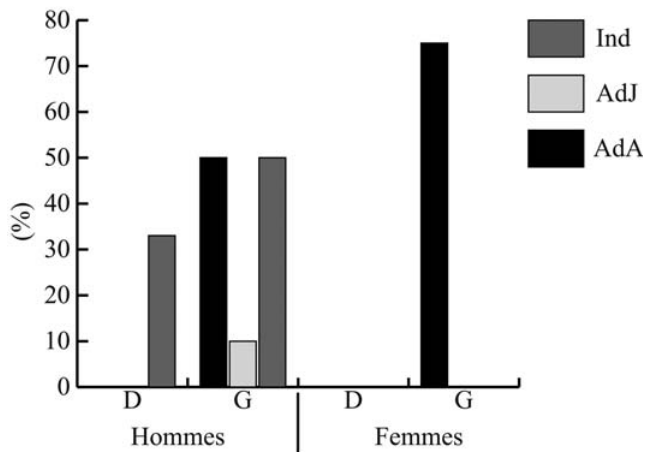
Le second cas (Cl. 1023) correspond à une fracture consolidée avec une déformation légère vers la partie postéro-inférieure d'une clavicule droite.

### Humérus

Il s'agit d'un humérus droit (Hm. 1333), cet os présente une importante empreinte localisée sur la partie distale au-dessus du *capitulum* (Fig. 17d), qui semble avoir un lien avec un déplacement de la tête radiale (association probable avec le cas n° 1 concernant l'ulna décrit ci-dessous).

### Ulna

Le premier cas (Ul. 3035) correspond à un ulna droit, qui présente un écrasement de l'articulation radio-ulnaire proximale. On note également une volumineuse exostose sur la partie antérieure de l'ulna à proximité de l'articulation radio-ulnaire (Fig. 17b). Le diagnostic retenu pour cette lésion est celui d'une contrainte exercée sur la tête radiale (choc direct sur le



**Fig. 16** Fréquence de l'arthrose coxofémorale (par âge et sexe). AdA : adultes âgés ; AdJ : adultes jeunes ; Ind : indéterminés / *Frequency of hip osteoarthritis by sex and age. AdA: older adults; AdJ: young adults; Ind: indeterminate*

coude), luxant le radius. La présence d'une encoche sur la partie distale de Hu.1333 suggère une association éventuelle entre les deux cas, cette empreinte évoquant la présence d'une cavité néoformée par la tête radiale luxée.

Le second cas (Ul. 172) correspond à une fracture fermée du tiers proximal de l'ulna gauche, avec une déviation légère vers la partie médiale (Fig. 17c).

### Radius

Une fracture de l'extrémité distale de type Pouteau-Colles a été retrouvée sur deux radius droits (Ra. 264 et Ra. 2004) présentant le même aspect lésionnel, caractérisé par un déplacement en arrière de la partie distale consolidée en position vicieuse (Fig. 17g).

Un cas de fracture de l'extrémité proximale du radius droit a été observé (Ra. 2233), il s'agit d'une déformation de la tête radiale avec consolidation vicieuse (Fig. 17e).

La fracture radiale gauche (Ra. 345) du tiers proximal de la diaphyse est caractérisée par un important cal vicieux, avec angulation vers la partie médiale (Fig. 17f)

### Tibia

Deux types ont été observés. Le premier concerne deux tibias droits (Ti. 2333 et Ti. 2529), présentant une exostose volumineuse sur l'incisure fibulaire, à l'emplacement de l'insertion du ligament fibulotibial postérieur. Le diagnostic le plus probable pour ces deux cas est celui d'une entorse grave avec déchirure ligamentaire (Fig. 17h).

Le second type de lésion, identifié sur un tibia gauche (Ti. 3129), est représenté sur la Figure 13 (Fig. 17i), portant une exostose étendue sur la partie latérale du rebord interosseux de l'extrémité proximale, cette lésion semble avoir un lien avec un traumatisme impliquant l'articulation tibiofibulaire supérieure.

### Ostéochondrite disséquante

Des aspects d'ostéochondrite disséquante ont été identifiés au niveau du genou et du coude, les lésions sont plus fréquentes aux genoux (sept droits et une gauche, soit 8 %). Un seul cas concerne l'extrémité distale d'un humérus droit (Hm. 3162) représenté sur la Figure 18d.

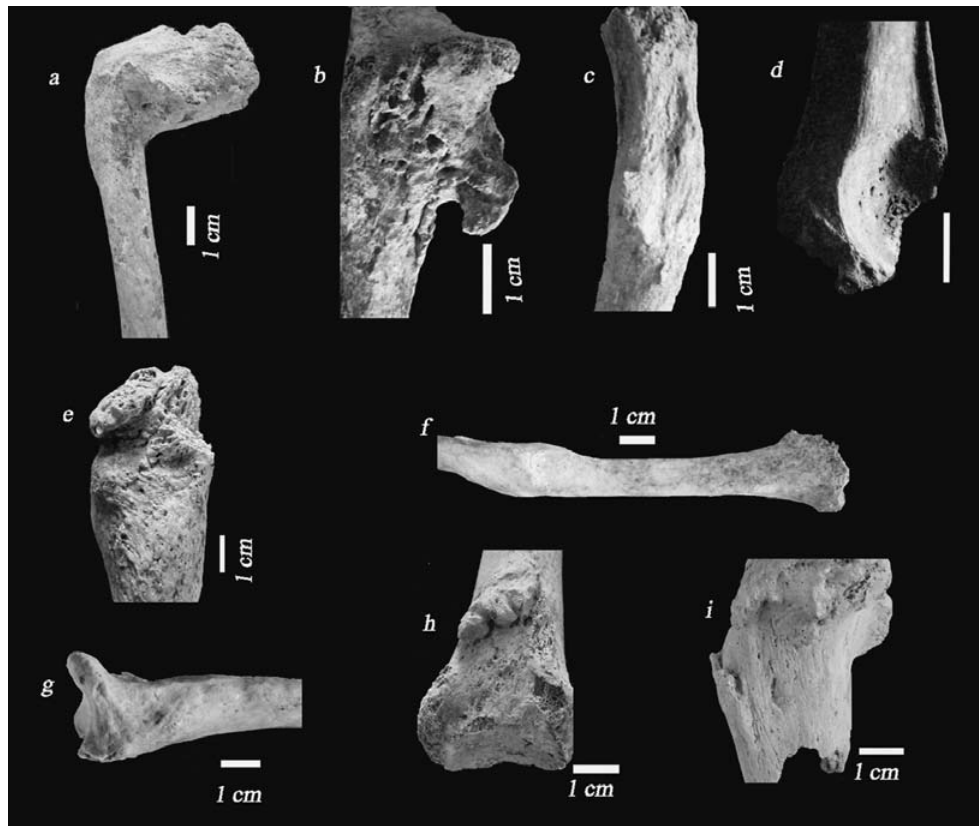
Trois types lésionnels sont observés : le premier sous forme d'une lacune longitudinale sur la partie inférieure du condyle latéral du fémur droit (Fe. 21) qui peut être mise en relation avec un enfoncement du ménisque, impactant le cartilage suite à un choc direct (Fig. 18a). Cet aspect de lésion est rencontré également sur le condyle latéral du fémur droit (Fe. 303).

Le deuxième type est celui d'une exostose localisée sur la partie postérosupérieure du condyle médial ou latéral du fémur (Fig. 18b), qui vient en contact avec le tibia pendant l'accroupissement ou la flexion du genou, ce type étant interprétable comme un indicateur de l'hyperflexion du genou (décrit à propos de l'agenouillement lors de la prière dans un monastère byzantin à Jérusalem par Kovacik et al. [67]). Cette lésion est identifiée sur trois condyles droits et un condyle gauche (Fe. 054 ; Fe. 1886 ; Fe. 2460 et Fe. F008).

La troisième forme correspond à une exostose étendue sur la partie inférieure du condyle, elle est retrouvée sur deux

**Tableau 8** Nombre et fréquences des fractures selon la localisation anatomique / *Number and frequency of traumatic lesions by anatomical location*

	Droite		Gauche	
	n	%	n	%
Clavicule	1/53	2	1/37	3
Humérus	1/96	1	0/76	0
Radius	3/55	5	1/39	3
Ulna	1/91	1	1/77	1
Tibia	2/65	3	1/65	2



**Fig. 17** Lésions traumatiques : fractures et entorses. a : déformation axiale de la clavicule gauche Cl. 2847 ; b : écrasement de l'articulation radio-ulnaire proximale + exostose volumineuse sur la partie antérieure de l'ulna droit Ul. 3035 ; c : fracture de tiers proximal de l'ulna gauche Ul. 172 ; d : lésion traumatique de la partie distale de l'humérus Hm. 1333 ; e : remaniement de la tête du radius droit Ra. 2233 ; f : fracture du tiers proximal de radius droit Ra. 345 ; g : fracture de l'extrémité distale de type Pouteau-Colles du radius droit Ra. 264 ; h : séquelles d'entorse de la cheville : ossification des ligaments tibio-fibulaires inférieurs Ti. 2333 ; i : lésion traumatique de l'extrémité proximale du tibia gauche Ti. 3129 impliquant l'articulation tibiofibulaire supérieure / *Traumatic lesions: fractures and sprains. a : axial deformation of the left clavicle Cl. 2847 ; b: destruction of the proximal radio-ulnar joint + large exostosis on the right ulna Ul. 3035; c: fracture of the proximal third of the left ulna Ul. 172; d: traumatic lesion on the distal portion of the humerus Hm. 1333; e : remodelling of the right radial head of radius Ra. 2233; f: fracture of the proximal third portion of the right radius Ra. 345; g: fracture of the distal extremity (Pouteau-Colles) on the right radius Ra. 264; h: sequel of ankle sprain: ossification of posterior fibulo-tibial ligaments of the right tibia Ti. 2333; i: traumatic lesion on the proximal extremity of the left tibia Ti. 3129 involving the upper tibio-fibular joint*

fémurs droits (Fe. 1053 et Fe. 3322) et est représentée sur la Figure 18c.

Il est intéressant de noter que tous les os concernés par ces processus présentent des lésions ostéophytiques.

## Caractères morphologiques

### *Membres thoraciques*

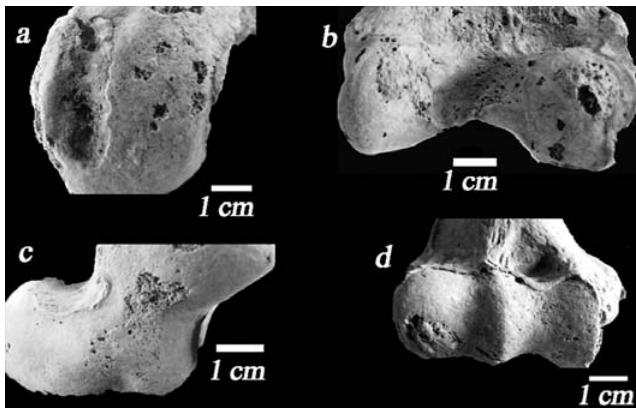
La fréquence de l'empreinte sus-trochléenne montre une prédominance (non significative) du côté droit (21 %, soit 19/93, vs 15 %, soit 13/88).

### *Membres pelviens*

Les caractères morphologiques non métriques du fémur ont une fréquence plus importante (47 %, soit 28/60, pour le côté droit et 43 %, soit 19/44, pour le côté gauche).

La fosse d'Allen est la plus fréquente dans cet ensemble (20 %, soit 12/60, pour le côté droit et 9 %, soit 4/44, pour le côté gauche) ; une prédominance (non significative) du côté droit est notée, on a également observé un cas de cette lésion, combiné à une empreinte postérieure du col fémoral.

La fréquence de la « plaque » est plus importante à droite (22 %, soit 13/60) qu'à gauche (30 %, soit 13/29), cette différence reste non significative. On constate également deux combinaisons, d'une part, entre *plaque* et empreinte



**Fig. 18** Ostéochondrite disséquante. a : lacune longitudinale sur la partie inférieure du condyle latéral du fémur Fe. 21 ; b : exostoses localisées sur la partie postérosupérieure des condyles latéral et médial du fémur droit Fe. 054 ; c : exostose étendue sur la partie inférieure du condyle du fémur droit Fe. 1053 ; d : ostéochondrite disséquante de l'extrémité distale de l'humérus droit Hm / 3162/Osteochondritis dissecans. a: longitudinal fossa on the lower portion of the lateral condyle, femur Fe. 21; b: exostoses on the posterior-superior portion of the lateral and medial condyles, right femur Fe. 054; d: osteochondritic imprint on the lower portion of the condyles, right femur Fe. 1053; e: d-facet or osteochondritic imprint on the capitulum, right humerus Hm. 3162

postérieure du col fémoral, d'autre part entre plaque et facette de Poirier. Cette dernière présente une fréquence minimale dans cet ensemble de lésions, avec une différence faible entre droite et gauche. La fréquence de l'empreinte postérieure du col fémoral du côté droit (8 %, soit 5/60) est légèrement supérieure à celle du côté gauche (5 %, soit 2/44) (Tableau 9).

Aucune facette d'accroupissement n'a été relevée sur la partie distale des tibias, cette observation n'a cependant pas été faite sur les talus.

## Discussion

Les enthésopathies s'observent à des fréquences plus élevées pour certaines enthèses. Pour le membre thoracique, le ligament costoclaviculaire présente l'atteinte la plus fréquente. Les enthèses des muscles *biceps brachii*, *triceps brachii* (scapula) sont ensuite les plus concernées. L'enthésopathie bilatérale du muscle *biceps brachii* a pu être interprétée dans la littérature comme un indicateur de port de charge (avant-bras semi-fléchis contre résistance), dans divers contextes : travaux de maçonnerie et agricoles pendant la période médiévale en Espagne [68], il est également retrouvé unilatéralement dans les populations néolithiques sahariennes [8] et chez les Paléo-Indiens où la pratique du kayak est mise en avant [59].

Pour le membre pelvien, les insertions les plus touchées sont celles des muscles *triceps surae*, *gluteus maximus* et *ilio psoas*. Les enthésopathies des membres pelviens ont été diversement attribuées pour les populations archéologiques de l'Âge du bronze et de la période byzantine dans la région de la mer Morte à des activités liées au mode de vie agricole et semi-nomade [69] et pour la période byzantine à la position à genou (liée à la pratique religieuse) [70]. Dans l'interprétation des enthésopathies en tant que marqueur d'activité, le problème est double : il faut d'abord reconnaître la valeur mécanique, microtraumatologique de l'enthésopathie en éliminant l'ensemble des autres causes (métaboliques, inflammatoires, dégénératives) conduisant à une atteinte de l'enthèse, et il faut ensuite pouvoir la rattacher à des activités dominantes, susceptibles d'avoir été pratiquées de façon répétitive dans les populations anciennes étudiées. Dans le cas de notre étude, l'absence de signes manifestes de maladie hyperostotique ou de spondyloarthropathie permet de supposer que les lésions observées sont à mettre préférentiellement en relation avec des processus mécaniques. L'effet du vieillissement sur la fréquence des enthésopathies est avéré, mais son interprétation est toujours débattue [11–20] : l'hypothèse « activité »

**Tableau 9** Nombre et fréquence des caractères morphologiques non métriques observés sur le fémur et l'humérus / *Number and frequency of non-metric traits observed on the femur and humerus*

Os		Droite		Gauche	
		n	%	n	%
Fémur	Fosse d'Allen	12	20	4	9
	Plaque	13	22	13	30
	Facette de Poirier	3	5	4	9
	Empreinte cervicale postérieure	5	8	2	5
	Total	28/60	47	19/44	43
Humérus	Empreinte sus-trochléenne	19	20	13	15
Fémur	Ostéochondrite	7	8	1	1



n'est pas incompatible avec les observations montrant des atteintes plus fréquentes chez les sujets âgés, dans la mesure où la durée de l'exercice physique est plus longue chez ces derniers. La structure démographique de notre échantillon ne permet toutefois pas d'avancer sur ce point, en raison du fort taux d'indétermination de l'âge, lié au mode de constitution « peu individualisé » de cet échantillon.

En ce qui concerne l'arthrose, les phénomènes dégénératifs prédominent comme nous l'avons vu au niveau des membres thoraciques : ceinture scapulaire, poignet puis coude. La ceinture scapulaire présente des expressions dégénératives sur ses trois articulations : acromioclaviculaire, sternoclaviculaire et glénohumérale. L'atteinte de l'articulation acromioclaviculaire domine avec 62 % de lésions dégénératives, la sternoclaviculaire est moins concernée (29 %) ainsi que la glénohumérale (entre 19 et 23 %, selon le versant huméral ou scapulaire de l'articulation). Les valeurs de l'atteinte de la glénohumérale sont comparables aux fréquences observées dans une série autopsique contemporaine (1 000 individus de 40 à 70 ans) [74], mais les localisations de l'atteinte acromioclaviculaire et sternoclaviculaire sont deux fois plus élevées dans notre population archéologique que dans la série autopsique.

Les phénomènes dégénératifs touchant l'épaule ont pu être interprétés comme un marqueur d'activité ; retrouvée dans certaines populations de l'Amérique du Nord, l'arthrose de l'épaule est diversement associée à des mouvements de soulèvement de charges lourdes, à des combats ou dans le cadre d'activités quotidiennes, notamment de boucherie [9,10]. Dans des populations d'Italie centrale (Sulmona, L'Aquila), ce type d'arthrose a été identifié chez les ouvriers en réponse à des activités d'épierrement de sol agricole et de surcharge pendant les travaux de construction [71]. La validité de ces corrélations avec ces activités supposées a été discutée [1,13,14,25,33] dans la mesure où la localisation glénohumérale de l'arthrose (au même titre que celle de la hanche et du genou) est assez largement âge-dépendante [25,74]. Au contraire de l'articulation glénohumérale, l'arthrose du coude a été reconnue comme beaucoup plus sujette aux stress biomécaniques et beaucoup moins à l'effet de la sénescence que celle de l'épaule [25] : elle présente le plus de variations entre populations archéologiques [33], est beaucoup plus fréquente chez celles ayant un niveau important (connu ou supposé) d'activités physiques contraignantes pour le membre thoracique [21]. Contrairement à l'arthrose de l'épaule, celle du coude présente des atteintes plus sévères dans les séries [25]. Ces trois arguments (variation, fréquence et sévérité) font de l'arthrose du coude une localisation supportant l'interprétation fonctionnelle de son étiologie [13,14,25,33] beaucoup plus qu'un simple processus âge-dépendant. Concernant la fréquence de l'arthrose du coude

dans notre population, elle est de 20 %. À titre de comparaison, les fréquences d'arthrose du coude dans une population autopsique contemporaine (1 000 individus de 40 à 70 ans) et dans une série ostéoarchéologique de Paléo-Indiens sud-américains (plus de 500 individus) présentent des valeurs comparables aux environs de 5 % [28,73,74]. Dans une autre série ostéologique issue d'un cimetière de peste [38], les prévalences des différentes localisations arthrosiques ont été étudiées par Tony Waldron en fonction de l'âge et du sexe pour 369 sujets décédés dans un laps de temps très court (fin 1348-début 1350) : la fréquence de l'arthrose du coude y est encore moindre, seulement de 2 %. Une recherche étudiant l'arthrose du coude sur une collection ostéologique étendue sur une période historique longue (185 individus allant du XI<sup>e</sup> au XVII<sup>e</sup> siècle) trouve des valeurs allant jusqu'à plus de 35 % [75] ; les auteurs concluent, sur le seul argument de fréquence, au rejet de l'hypothèse d'hypersollicitation mécanique à l'origine de l'arthrose du coude. Nous pensons, suivant en cela les interprétations de Jurmain et Kilgore [25], que la variabilité importante de la fréquence de cette atteinte du coude dans les populations anciennes, puisqu'elle va de 2 % pour une population citadine anglaise du XIV<sup>e</sup> siècle [38] à plus de 50 % pour des anciens Inuits de l'Alaska [25] (connus par les données ethnohistoriques pour leur niveau important d'activités physiques en relation avec les chasses arctiques), est, au contraire, un argument en faveur du facteur mécanique lié au mode de vie pour cette localisation arthrosique. En ce qui concerne les articulations du membre pelvien, les fréquences observées sont plus basses pour l'articulation du genou dans notre série que dans la série autopsique contemporaine [74], mais beaucoup plus élevées que dans la série de Paléo-Indiens [73] et de Londoniens du XIV<sup>e</sup> siècle [38]. La méconnaissance dans notre série (et dans les séries ostéoarchéologiques plus généralement) de la structure réelle par âge de l'échantillon ne permet pas de se prononcer quant à la validité d'une attribution étiologique de surmenage fonctionnel sur la simple analyse de fréquence de l'atteinte dégénérative de ces articulations du membre pelvien.

Il peut être intéressant de regrouper ces marqueurs selon leur contribution cinésiologique, du point de vue de l'anatomie du geste. Ces regroupements permettent, en théorie, de mettre en concordance des marqueurs impliqués dans le même niveau et la même nature générale d'activité.

En dehors de l'enthèse du muscle *triceps brachii* (scapula), les lésions trouvées pour ces « regroupements gestuels » avec les caractères morphologiques non métriques sont bilatérales. Cela est suggéré par la symétrie de fréquence avec absence de différence significative entre côtés droit et gauche.

Dans cette optique, on peut considérer les sites articulaires et abarticulaires des membres thoraciques en trois

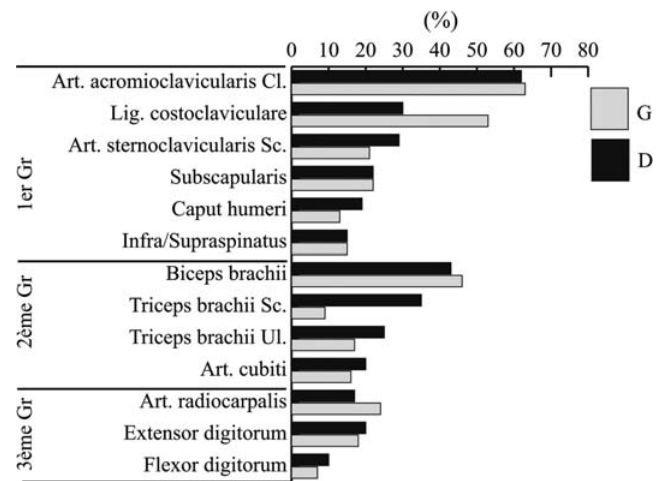
groupes (Fig. 19) : le premier réunit les sites actifs dans la mobilité de l'épaule (regroupant les insertions des muscles *infra-/supraspinatus* et *subscapularis* et du ligament costo-claviculaire) et les articulations *acromioclaviculaires*, *sternoclaviculaires* et *caput humeri*, le deuxième comprend les sites actifs dans la mobilité du coude (*articulatio humeroradialis*, *articulatio humeroulnaris* et les insertions *biceps brachii* et *triceps brachii*, *scapula* et *ulna*) et le troisième est composé des sites concernés par les mouvements de la main (*articulatio radiocarpalis*, *flexor digitorum* et *extensor digitorum*).

Pour le premier groupe, les fortes valeurs de l'arthrose acromioclaviculaire et sternoclaviculaire et à un degré moindre que celles de la glénohumérale ainsi que la forte fréquence des enthésopathies du ligament costo-claviculaire sont à mettre en relation avec celles des enthésopathies des muscles sous-scapulaires, supra- et infra-épineux, impliqués dans les mouvements d'abduction et de rotation interne et externe de la scapulo-humérale. Dans le deuxième groupe, les valeurs que nous considérons à la fois élevées et mécaniquement significatives de l'arthrose du coude sont à rattacher à celles des enthésopathies du triceps brachial et du biceps brachial dans leur fonction musculaire respective d'extension et de flexion du coude. Il semble exister une différence de latéralisation dans l'extension du coude (prédominance droite significative). Pour l'articulation du poignet, les fréquences de l'arthrose radiocarpienne accompagnent celles des enthésopathies des groupes extenseurs et fléchisseurs des doigts. S'ajoutent aux témoignages de la mobilisation importante de l'articulation du coude, les observations d'empreintes sus-trochléennes marquées (flexion forcée du coude) et les observations d'ostéochondrite disséquante, le tout en faveur d'une intensité et d'une répétition d'activités contraignantes et microtraumatisantes pour les articulations des coudes, de façon également bilatérale. L'hypothèse de soulèvement et de port de charge lourdes impliquant des flexions contre résistance pourrait être évoquée.

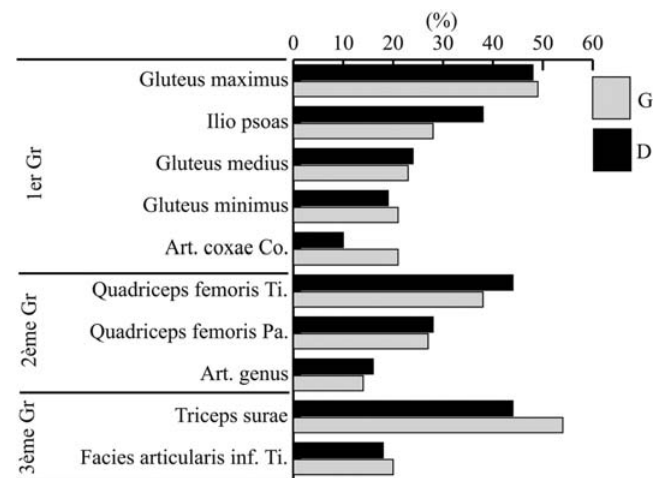
En ce qui concerne les cas d'arthrose radiocarpienne et les enthésopathies épicondyliennes, les lésions trouvées à ces emplacements, pareillement à celles identifiées précédemment au coude, sont bilatérales.

Comme pour le membre thoracique, les articulations et les enthèses des membres pelviens peuvent se regrouper de façon fonctionnelle en trois groupes (Fig. 20) : le premier concerne la hanche (*art. coxae*) avec les trois muscles fessiers (*gluteus minimus*, *medius* et *maximus*) qui sont responsables des mouvements d'extension, d'abduction et de rotation de la hanche et l'iliopsoas (fléchisseur).

Le deuxième groupe est composé des deux sites étudiés au genou (*art. genus* et *quadriceps femoris*) et le troisième concerne les deux sites étudiés à la cheville (*facies art. inferior* et muscle *triceps surae*).



**Fig. 19** Fréquence de l'arthrose et des enthésopathies du membre thoracique selon les groupes définis en fonction du groupe cinésiologique / *Frequency of osteoarthritis and enthesopathies on the thoracic member, according to the kinesiologique group*



**Fig. 20** Fréquence de l'arthrose et des enthésopathies du membre pelvien selon les groupes définis en fonction du groupe cinésiologique / *Frequency of osteoarthritis and enthesopathies on the pelvic member, according to the kinesiologique group*

Les fréquences les plus élevées, retrouvées sur les marqueurs, retenues s'observent au niveau des sites actifs de la hanche et du pied. Cela concerne les enthèses impliquées dans les activités de marche ou de course et mobilisant l'articulation coxofémorale et l'articulation tibiotalienne (enthèses des trois muscles fessiers, de l'iliopsoas et du quadriceps, insertion du tendon d'Achille) (Figs. 7 et 20). Les caractères morphologiques non métriques au niveau de la partie proximale du fémur (fosse d'Allen, « plaque » et facette de Poirier) sont compatibles avec la flexion de la

hanche et l'hyperflexion du genou (accroupissement), mais non encore confirmée par la facette d'accroupissement tibiale (une étude systématique des tibias et des talus est envisagée).

L'absence de différence significative entre droite et gauche suggère la symétrie fonctionnelle du registre d'activités des membres pelviens.

Concernant les macrotraumatismes, le nombre de cas retrouvés au niveau des membres thoraciques et pelviens (11 cas) amène également à évoquer des conditions de vie exposant à ces risques.

La portée de nos résultats doit être tempérée par la nature du matériel osseux : il s'agit d'un ensemble ostéologique non individualisé, ce qui limite fortement certaines approches comme par exemple la répartition différentielle des tâches en fonction du sexe.

Cependant, les conclusions sur la surcharge d'activités physiques de la population antique ainsi représentée nous paraissent valables : les macrotraumatismes ont une fréquence élevée par rapport à d'autres populations anciennes, les fractures des os longs ont une fréquence de 10 % rapportée au NMI adulte, ce qui est plus du double de la valeur observée par Hooton sur 503 squelettes de Paléo-Indiens [28,72]. Elles concernent essentiellement le membre thoracique. Par ailleurs, les enthésopathies sont très fréquentes : les enthésopathies bicipitales sont présentes dans plus de 40 % des cas, le plus souvent bilatérales. Compte tenu du fait que cette localisation a pu faire l'objet d'une validation sur des séries ostéologiques documentées [12], qu'il n'y a par ailleurs sur les restes vertébraux aucune trace de maladie hyperostotique ou ankylosante, même si la structure de l'échantillon est peu informative quant à l'âge des sujets, il n'est pas illégitime de mettre la fréquence de ces enthésopathies en relation avec une surcharge physique importante au niveau du membre thoracique, qui nous paraît aller dans le même sens que la fréquence de l'arthrose du coude, qui est le plus communément admise comme ayant une origine fonctionnelle-mécanique [25].

## Conclusion

De nombreuses altérations micro- et macrotraumatiques ont été retrouvées sur les ossements de cette population nabatéenne-romaine de Salkhad.

Les arthroses du squelette appendiculaire, notamment post-traumatiques, attestées dans la littérature médicale et les travaux anthropologiques, ainsi que les enthésopathies de certaines zones actives de la mobilité des articulations, sont avec certains caractères morphologiques les éléments principaux de notre hypothèse de surcharge fonctionnelle dans cette population, attestant d'un niveau important d'activités physiques, prédominant au niveau du membre thoracique. Les données concernant

les cas traumatiques (entorse grave, fractures de l'avant-bras et de la clavicule) viennent compléter cette hypothèse.

Les données archéologiques et historiques sur la population hauranaise du Sud témoignent du grand programme de construction voulu par Trajan dans cette région abritant des populations à mode de vie agricole. Les éléments monumentaux et épigraphiques retrouvés dans la région du Sud et à Salkhad même, datant de cette période nabatéenne et romaine plaident en faveur de ces grands travaux de construction qui ont dû faire appel au recrutement, volontaire ou contraint, d'une main d'œuvre locale d'agriculteurs.

Une hypothèse serait donc de mettre en relation nos observations avec la mise à contribution intensive de cette population recrutée pour la réalisation des importants travaux architecturaux mis en œuvre pendant cette période antique. Un des éléments faisant le lien entre notre matériel osseux et ce programme de construction provient des épitaphes du tombeau lui-même, portant des patronymes de familles d'origine sémitique, déjà mentionnées sur les dédicaces de Salkhad et Bosra [50].

**Remerciement :** Le premier auteur a bénéficié pour cette recherche d'un soutien de la Direction générale des antiquités et des musées en Syrie (DGAM), Service des antiquités et des musées de Suweidâ (SAMS).

Il remercie sincèrement le Pr Michel Maqdissi de la DGAM pour lui avoir grandement facilité la réalisation de ce travail ; M. Wasim El-Sh'arani, directeur du SAMS et de la fouille de Salkhad, pour avoir autorisé et facilité l'accès au matériel ; M. Nshaat Kewan pour son accueil au musée de Suweidâ ainsi que les membres et étudiantes du SAMS pour leur aide précieuse, Mme Nawal Jrydeh et Milles Rajaa Najem et Rawan Abd Aldeen.

## Références

1. Dutour O (1992) Activités physiques et squelette humain : le difficile passage de l'actuel au fossile. Bull Mem Soc Anthropol Paris 4:233-41
2. Capasso L, Kennedy KAR, Wilczak CA (1999) Atlas of occupational markers on human remains. Atto, Teramo, Italie, 183 p
3. Kennedy KAR (1989) Skeletal markers of occupational stress. In: Isçan NY, Kennedy KAR (eds) Reconstruction of life from the skeleton. Liss, New York, pp 129-60
4. Manouvrier LP (1888) Mémoire sur la platycnémie chez l'homme et chez les anthropoïdes. Bull Mem Soc Anthropol Paris 2:349-548
5. Brasseur JL, Godoc B, Forte F, et al (2003) Échographie des tendons épicondylaires latéraux chez le tennismen vétérane. In: Bard H, Cotten A, Rodineau J, et al (eds) Tendons et enthéses. Paris, pp 443-50
6. Roger B, Grataloup C, Folonais D, et al (1991) Enthéses et microtraumatologie du sport, aspects IRM. In: Simon L, Hérisson C, Rodineau J (eds) Pathologie des insertions et enthésopathies. Masson, Paris, pp 184-92

7. Al-Oumaoui I, Jimenez-Brobeil S, du Souich P (2004) Markers of activity patterns in some populations of the Iberian Peninsula. *Int J Osteoarchaeol* 14:343–59
8. Dutour O (1986) Enthesopathies (lesions of muscular insertions) as indicators of the activities of neolithic Saharan populations. *Am J Phys Anthropol* 71:221–24
9. Lai P, Lovell N (1992) Skeletal markers of occupational stress in the fur trade: a case study from a Hudson's Bay Company fur trade post. *Int J Osteoarchaeol* 2:221–34
10. Merbs C (1983) Patterns of activity-induced pathology in a Canadian Inuit population. National Museum of Man, archaeological survey of Canada, Ottawa, 199 p
11. Stirland A (1998) Musculoskeletal evidence for activity: problems of evaluation. *Int J Osteoarchaeol* 8:354–62
12. Villotte S (2006) Connaissances médicales actuelles, cotation des enthésopathies : nouvelle méthode. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 18:65–85
13. Pálfi G (1992) Trace des activités sur les squelettes des anciens hongrois. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 4:209–31
14. Pálfi G, Dutour O (1996) Activity-induced skeletal markers in historical anthropological material. *Int J Anthropol* 11:41–55
15. Hawkey DE (1988) Use of upper extremity enthesopathies to indicate habitual activity Patterns. Thesis, Department of anthropology, Arizona State University, Tempe, 86 p
16. Villotte S (2008) Enthesopathies et activités des hommes préhistoriques : recherche méthodologique et application aux fossiles européens du paléolithique supérieur et du mésolithique. Thèse de doctorat, université de Bordeaux-I, Bordeaux, 382 p
17. Molleson T (2007) A method for the study of activity related skeletal morphologies. *Bioarchaeology of the Near East* 1:5–33
18. Alves Cardoso F, Henderson CY (2010) Enthesopathy formation in the humerus: data from known age-at-death and known occupation skeletal collections. *Am J Phys Anthropol* 141:550–60
19. Villotte S, Castex D, Couallier V, et al (2010) Enthesopathies as occupational stress markers: evidence from the upper limb. *Am J Phys Anthropol* 142:224–34
20. Havelková P, Villotte S, Velemínský P, et al (2010) Enthesopathies and activity patterns in the early medieval great Moravian population: evidence of division of labour. *Int J Osteoarchaeol*
21. Bridges P (1992) Prehistoric arthritis in the Americas. *Annu Rev Anthropol* 21:67–91
22. Jurmain RD (1999) Stories from the skeleton: behavioral reconstruction in human osteology. Gordon and Breach, Amsterdam
23. Larsen CS (1997) *Bioarchaeology: interpreting behavior from the human skeleton*. Cambridge University Press, Cambridge, 461 p
24. Rojas-Sepulveda C, Ardagna Y, Dutour O (2008) Paleoepidemiology of vertebral degenerative disease in a Pre-Columbian Muisca series from Colombia. *Am J Phys Anthropol* 135:416–30
25. Jurmain R, Kilgore L (1995) Skeletal evidence of osteoarthritis: a paleopathological perspective. *Ann Rheum Dis* 53:443–50
26. Larsen CS (1987) Bioarchaeological interpretations of subsistence economy and behavior from human skeletal remains. In: Schiffer MB (ed) *Advances in Archaeological method and theory*. Academic Press, Orlando, pp 339–445
27. Ortner D (2003) Osteoarthritis and diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. In: Ortner D (ed) *Identification of pathological conditions in human skeletal remains*. Elsevier, USA, pp 545–60
28. Ortner D, Putschar WGJ (1981) Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Smithsonian Institution Press, Washington, 674 p
29. Peyron J (1986) Osteoarthritis the epidemiologic viewpoint. *Clin Orthop Relat Res* 213:13–9
30. Resnick D (2002) Degenerative disease on extraspinal locations. In: Resnick D (ed) *Diagnosis of bone and joint disorders*. WB Saunders Company, Philadelphia, pp 1270–371
31. Rogers J, Waldron H (1995) *A field guide to joint disease in archaeology*. John Wiley and Sons, Chichester, 128 p
32. Rogers J, Waldron T, Dieppe P (1987) Arthropathies in palaeopathology: the basis of classification according to most probable cause. *Archaeol Sci* 14:179–93
33. Bridges P (1991) Degenerative joint disease in hunter-gatherers and agriculturalists from the southeastern United States. *Am J Phys Anthropol* 85:379–91
34. Engel A, Burch T (1966) Osteoarthritis in adults by selected demographic characteristics, United States 1960–1962. National Center for Health Statistics, 27 p
35. Jurmain R (1977) Stress and the etiology of osteoarthritis. *Am J Phys Anthropol* 46:353–66
36. Jurmain R (1990) Paleoepidemiology of a central California prehistoric population from Ca-Ala-329: II. Degenerative disease. *Am J Phys Anthropol* 83:83–94
37. Waldron HA (1991) Prevalence and distribution of osteoarthritis in a population from Georgian and early Victorian London. *Ann Rheum Dis* 50:301–7
38. Waldron T (1992) Osteoarthritis in a Black Death Cemetery in London. *Int J Osteoarchaeol* 2:235–40
39. Thelin A, Holmberg S (2007) Hip osteoarthritis in a rural male population: a prospective population-based register study. *Am J Ind Med* 50:604–7
40. Waldron T (2008) *Paleoepidemiology: the measure of disease in the human past*. Cambridge University Press, Hardcover, 298 p
41. Eshed V, Gopher A, Galili E, et al (2004) Musculoskeletal stress markers in Natufian hunter-gatherers and Neolithic farmers in the Levant: the upper limb. *Am J Phys Anthropol* 123:303–15
42. Molleson T (1994) The eloquent bones of Abu Hureyra. *Sci Am* 271:70–5
43. Peterson J (1997) Tracking activity patterns through skeletal remains: a case study from Jordan and Palestine. In: Gebel H, Kafafi Z, Rollefson G (eds) *The Prehistory of Jordan II perspectives from 1997 Studies in Near Eastern Production, Subsistence and Environment* 4. Ex oriente, Berlin, pp 475–92
44. Dentzer JM, Dentzer-Feydy J (1991) Le djebel al-Arab: histoire et patrimoine au musée de Suweidâ. Éditions Recherche sur les Civilisations (ECR), Paris, 193 p
45. Sartre M (1985) Le peuplement et le développement du Hawrân antique à la lumière des inscriptions grecques et latines. In: Dentzer JM (ed) *Hauran I : recherches archéologiques sur la Syrie du Sud à l'époque hellénistique et romaine*. Paris, pp 189–202
46. Sartre M (1991) La Syrie du Sud à l'époque gréco-romaine. In: Dentzer JM, Dentzer-Feydy J (eds) *Le djebel al-Arab histoire et patrimoine au musée de Suweidâ*. ECR, Paris, pp 29–34
47. Dentzer JM (1985) *Hauran I : recherches archéologiques sur la Syrie du Sud à l'époque hellénistique et romaine*, Paris, 425 p
48. Villeneuve F (1989) Citadins, villageois, nomades : le cas de la Provincia Arabia (II-IV<sup>e</sup> s. ap. J.-C.). *Dialogues d'histoire ancienne* 15:119–40
49. Villeneuve F (1991) L'économie et les villages, de la fin de l'époque hellénistique à la fin de l'époque byzantine. In: Dentzer JM, Dentzer-Feydy J (eds) *Le djebel al-Arab, histoire et patrimoine au musée de Suweidâ*. ECR, Paris, pp 37–43
50. Aliquot J (2004–2005) Inscriptions grecques du tombeau de Salkhad (Syrie du Sud). *Ann Archeol Ar Syr* 47/48:203–10
51. El-Sh'arani W (2004) Rapport de Fouille archéologique du tombeau de Salkhad. Service des Antiquités et des musées de Suweidâ دائرة آثار صلخد. مقبرة عن مقيرة صلخد. تقرير البعثة الأثرية و الشعراي و (2004) السويدياء
52. Poplin F (1976) À propos du nombre des restes et du nombre d'individus dans les échantillons d'ossements. *Cahiers du centre de recherches préhistoriques* 5:61–75
53. Poplin F (1977) Problèmes d'ostéologie quantitative relatifs à l'étude de l'écologie des hommes fossiles. In: Laville H,

- Renault-Miskovsky J (eds) *Approche écologique de l'homme fossile*. Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire, pp 63–8
54. Bruzek J (2002) A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol* 117:157–68
  55. Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR, 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* 68:15–28
  56. Schmitt A (2005) Une nouvelle méthode pour estimation l'âge au décès des adultes à partir de la surface sacropelvienne iliaque. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 17:89–101
  57. Mays S (1998) *The archaeology of human bones*. Routledge, Londres, 242 p
  58. Mariotti V, Facchini F, Belcastro MG (2004) Enthesopathies — proposal of a standardized scoring method and applications. *Coll Antropol* 28(1):145–59
  59. Hawkey DE, Merbs C (1995) Activity-induced musculoskeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among ancient Hudson Bay Eskimos. *Int J Osteoarchaeol* 5:324–38
  60. Mariotti V, Facchini F, Belcastro MG (2007) The study of entheses: proposal of a standardised scoring method for twenty-three entheses of the postcranial skeleton. *Coll Antropol* 31:291–313
  61. Finnegan M (1978) Non-metric variation of the infracranial skeleton. *J Anat* 125(1):23–37
  62. Buikstra J, Ubelaker D (1989) Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas Archaeological Survey Reserch*, Fayetteville, 206 p
  63. Kostick E (1963) Facets and imprints on the upper and lower extremities of femora from a Western Nigerian population. *J Anat* 97:393–402
  64. Dooley PJ (2008) Femoroacetabular impingement syndrome: Nonarthritic hip pain in young adults. *Can Fam Physician* 54:42–7
  65. Boule EL (2001) Evolution of two human skeletal markers of the squatting position: a diachronic study from antiquity to the modern age. *Am J Phys Anthropol* 115:50–6
  66. Waldman SD, Kansas L, Cosserat J, et al (2006) *Syndromes douloureux atypiques*. Elsevier, Médecine en poche, Paris, 400 p
  67. Kovacik ME, Talarico L, Ullinger J, et al (2004) Non-metric traits of the femur and tibia related to prayer practice in a Byzantine monastic community from Jerusalem. *Am J Phys Anthropol* 123:127
  68. Galera V, Garralda MD (1993) Enthesopathies in a Spanish medieval population. Anthropological, epidemiological and ethnohistorical aspects. *Int J Anthropol* 8:247–58
  69. Mimnaugh S, Ortner D, Ullinger J, et al (2008) Up a hill, down a mountain: change in ankle joint stability at Early Bronze Age Bab edh-Dhra, Jordan. *Am J Phys Anthropol* 135:56
  70. Hayden B, Hatch A, Ullinger J, et al (2004) Musculoskeletal stress markers (MSM) as indicators of kneeling behavior in a Byzantine Jerusalem monastery. *Am J Phys Anthropol* 123:110–1
  71. Capasso L, Di Tota G (1996) Duration of life, causes of death, and technological patterns in some prehistoric populations of central Italy. International Meeting of “Science and technology for the Safeguard of cultural Heritage in the Mediterranean Basin”, Catania, pp 111–2
  72. Hooton E (1930) *The Indians of Pecos Pueblo: a study of their skeletal Remains*. Yale University Press, New Haven
  73. Hrdlička A (1914) Special notes on some of the pathological conditions shown by the skeletal material of the ancient Peruvians, *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 61, pp 57–69
  74. Heine J (1926) Über die Arthritis Deformans. *Virchows Archiv für Pathologische Anatomie und Physiologie und für Klinische Medizin* 260:521–663
  75. Debono L, Mafart B, Jeusel E, Guipert G (2004) L'arthrose du coude, une affection sous-estimée ? Apport de la paléopathologie. *Rev Rhum* 71:777–81