



Article scientifique

Article

2012

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

---

Apprentissage et reproductibilité d'une méthode de cotation de l'aspect osseux des enthèses fibrocartilagineuses : résultats d'un test effectué lors du Workshop de la Société Suisse d'Anthropologie (Genève, 25 et 26 Juin 2010)

---

Villotte, Sébastien; Perreard Lopreno, Geneviève

#### How to cite

VILLOTTE, Sébastien, PERREARD LOPRENO, Geneviève. Apprentissage et reproductibilité d'une méthode de cotation de l'aspect osseux des enthèses fibrocartilagineuses : résultats d'un test effectué lors du Workshop de la Société Suisse d'Anthropologie (Genève, 25 et 26 Juin 2010). In: Bulletin de la Société suisse d'anthropologie, 2012, vol. 18, n° 1, p. 5–25.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:75743>

# Apprentissage et reproductibilité d'une méthode de cotation de l'aspect osseux des enthèses fibrocartilagineuses: résultats d'un test effectué lors du Workshop de la Société Suisse d'Anthropologie (Genève, 25 et 26 Juin 2010)

## [Learning and reproducibility of a scoring method of enthesal changes at fibrocartilaginous attachment sites. Results of a test performed during the Workshop of the Swiss Society of Anthropology (Geneva, 25th and 26th June 2010)]

SÉBASTIEN VILLOTTE<sup>1</sup> & GENEVIÈVE PERRÉARD LOPRENO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univ. Bordeaux, CNRS, PACEA, UMR 5199, F-33400 Talence, France

<sup>2</sup>Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie, Institut F.-A. Forel – Sciences de la terre et environnement, Université de Genève, Suisse

### Résumé

La possibilité de reproduire précisément une étude est un des principes fondamentaux de la méthode scientifique. Quelque soit la discipline, une méthode d'enregistrement doit être facilement applicable et permettre de produire des résultats comparables. Malheureusement, le problème de la reproductibilité est rarement explicitement abordé dans les recherches méthodologiques en Anthropologie biologique. Cet article présente et discute les résultats d'un test de reproductibilité d'une méthode visuelle de cotation de l'aspect osseux des enthèses fibrocartilagineuses effectué lors du Workshop de la Société Suisse d'Anthropologie. Les pourcentages de désaccord sont relativement importants, et très variables suivant le nombre de stades considérés, les participants, et les enthèses. Des propositions sont formulées pour améliorer la reproductibilité de cette méthode.

*Mots clefs: enthèse, enthesopathie, reproductibilité*

### Summary

**Aims:** The ability of a study to be accurately reproduced is one of the main principles of the scientific method. Whatever the discipline, a recording method should be easy to apply by someone else working independently and produce similar results. Unfortunately the issue of reproducibility is rarely addressed explicitly in methodological research in Biological Anthropology. The aim of this paper is to present and discuss the results of an inter-observer test for a visual scoring method of enthesal changes at fibrocartilaginous attachment sites (Tab. 1).

**Material and Methods:** During a workshop the method was presented to 8 participants (archaeologists or students in Anthropology/Archaeology) during approximately 5 hours (Fig. 1a and b). Then, they applied it on 8 skeletons, with access to the scores previously allotted by the author of this method. Finally they applied the method for ten other skeletons, without any help or advices (Fig. 1c).

**Results and discussion:** The rates of disagreement between the participants and the author of the method are relatively high (Tab. 2) and superior to the conventional requirements in Biological Anthropology (<5–10%). Three kind of disagreements, representing each one a third of the total, were identified (Fig. 2). The first one is related to the choice to score or not an enthesis (because of taphonomic damage). This issue is rarely discussed in our discipline, though it appears to be dramatically important. The second type concerns the identification of an enthesopathy. The third one concerns the difference between minor and major changes. By grouping minor and major enthesopathies together, the percentage of agreement increases systematically by 10%. The rates of disagreement are highly variable among participants (Tab. 3 and Fig. 3). This may be in part related to their experience in Palaeopathology and Biological Anthropology (Fig. 4). The percentage of agreement is also dependent on the attachment sites (Fig. 5), which indicates some issues regarding the illustration and the presentation of the method.

**Conclusions:** Suggestions are provided to improve the reproducibility of this method.

The English version of the practical protocol for scoring (Appendix 1) is available at: [http://bradford.academia.edu/S%C3%A9bastienVillotte/Papers/1476106/Practical\\_protocol\\_for\\_scoring\\_the\\_appearance\\_of\\_some\\_fibrocartilaginous\\_entheses\\_on\\_the\\_human\\_skeleton](http://bradford.academia.edu/S%C3%A9bastienVillotte/Papers/1476106/Practical_protocol_for_scoring_the_appearance_of_some_fibrocartilaginous_entheses_on_the_human_skeleton).

*Key words: enthesis, enthesopathy, reproducibility*

## Introduction

L'enthèse correspond, dans sa définition la plus simple, à la zone d'insertion d'un tendon ou d'un ligament sur le squelette (Ball 1971, Simon *et al.* 1991). Le socle d'insertion est régulièrement sollicité lors des activités physiques et la répétition des contractions musculaires, cause de stress, peut entraîner des modifications observables sur le squelette, appelées enthésopathies. A partir de l'étude de ces modifications, les anthropobiologistes tentent, depuis plus d'un siècle (p. ex. Testut 1889), de restituer les activités physiques de sujets décédés. Cet intérêt a entraîné la création de nombreuses méthodes pour enregistrer les modifications osseuses au niveau des enthèses, méthodes parfois quantitatives (p. ex. Henderson et Gallant 2007, Stirland 1998, Zumwalt 2005) mais le plus souvent qualitatives (p. ex. Crubézy 1988; Hawkey et Merbs 1995; Mariotti *et al.* 2004, 2007; Robb 1998; Villotte 2006; Villotte *et al.* 2010).

La validité de ces méthodes de cotation repose, entre autres, sur une bonne reproductibilité intra et inter-observateurs. Un faible pourcentage d'erreurs inter-observateurs est ainsi nécessaire afin de pouvoir comparer les résultats d'études menées par des chercheurs indépendants qui appliquent la même méthode. Dans ce cadre, un test de reproductibilité de la méthode de cotation proposée par le premier auteur a été réalisé. L'objectif du présent article est d'en présenter le

déroulement, les principaux résultats et les conclusions qui en découlent. A notre connaissance, si ce genre de test n'est pas rare pour des méthodes proposées en Anthropologie biologique (le plus souvent lors de congrès ou de tables rondes), les résultats sont rarement publiés. Notons le travail de Waldron et Rogers (1991), très intéressant, relativement à autre type de modification pathologique du squelette – l'arthrose. Si les erreurs intra-observateurs sont généralement faibles, les différences inter-observateurs sont souvent importantes.

## Déroulement de l'étude

L'étude a été effectuée lors du workshop de la Société Suisse d'Anthropologie « Actualité de la recherche: les altérations de l'enthèse, pourquoi et comment les reconnaître » qui s'est tenu à Genève les 25 et 26 juin 2010. Ce workshop était organisé par G. Perréard Lopreno et S. Villotte, avec la participation de P. Havelková (Département d'Anthropologie du Museum National de Prague, République tchèque). Les huit participants de ce workshop étaient des étudiants ou des archéologues francophones.

Les ossements utilisés proviennent de la collection SIMON de squelettes identifiés (Vaud, Suisse) (Gemmerich 1999, Perréard Lopreno et Eades 2003, Perréard Lopreno 2007). Les modifications au niveau des enthèses des paires de coxaux, fémurs, humérus, et



**Fig. 1.** Illustrations sur le déroulement du test. a et b. Phase d'apprentissage de la méthode de cotation. c. Application de la méthode par les participants.

radius de 30 individus adultes masculins ont été cotées par S. Villotte et P. Havelková. Toutes les classes d'âge sont représentées de manière équilibrée. Cet échantillon de sexe, âge au décès et profession connus, pourra être à l'avenir réutilisé dans une même perspective: les cotations de l'auteur de la méthode serviront ainsi de référence.

La méthode de cotation des enthésopathies pour neuf insertions fibrocartilagineuses a tout d'abord été présentée, durant environ cinq heures (Fig. 1a et b) ; le principal support pour illustrer la méthode étant un document de travail d'une dizaine de pages (présenté en annexe 1). Cette partie a également compris une phase d'apprentissage sur une première série d'ossements (12 individus). Les participants ont ensuite appliqué la méthode sur huit squelettes, avec des correctifs (cotations effectuées par S. Villotte et P. Havelková) à leur disposition. Ils ont enfin appliqué la méthode pour dix autres squelettes, sans aide extérieure (Fig. 1c). Les tests de reproductibilité portent sur ces dernières cotations.

Il avait été demandé aux participants, avant le test, d'indiquer leur niveau en ostéologie et en paléopathologie sur une échelle: « Novice », « Débutant », « Confirmé » et « Expert ». Trois groupes ont pu être défini d'après les réponses:

- G1: Débutant en ostéologie, Novice en paléopathologie (3 participants)
- G2: Débutant en ostéologie et en paléopathologie (2 participants)
- G3: Entre Débutant et Expert en ostéologie et en paléopathologie (3 participants)

### Breve présentation de la méthode

L'objectif est ici de faciliter la lecture de l'article, pour plus de détails sur la méthode le lecteur se référera aux publications (Havelková et Villotte 2007; Villotte 2006, 2009; Villotte *et al.* 2010) et à l'annexe 1.

En 2006, quatre systèmes de cotation de l'aspect osseux des enthèses étaient proposés. Ces systèmes sont spécifiques à des groupes d'insertions, les regroupements ayant été fait d'après les propriétés histologiques des enthèses considérées et leur aspect sur os sec. Cette méthode a été testée sur un échantillon de référence (âge au décès, sexe et activité connus) et l'analyse a permis de caractériser une relation entre les modifications osseuses et l'activité physique pour l'un des systèmes (Villotte 2009). Ce système permet d'attribuer une cotation pour neuf insertions fibrocartilagineuses (Tab. 1), en trois stades: enthèse saine (stade A); enthésopathie mineure (stade B); enthésopathie majeure (stade C).

Au cours des différentes études, il est apparu que l'utilisation d'une échelle en trois stades posait plusieurs problèmes ; ces réflexions ont conduit à la proposition d'une méthode simplifiée, de type présence/absence (Villotte *et al.* 2010). L'aspect d'une insertion fibrocartilagineuse saine sur le squelette est ainsi définie: le site d'attache est lisse, bien délimité et sans foramen vasculaire. Une enthésopathie est caractérisée par un remaniement qui peut concerner le centre ou le contour de l'enthèse. Fréquemment, ces deux parties sont atteintes conjointement. Les modifications du contour se présentent comme une déformation ou une ostéoformation (enthésophyte). Les modifications du centre sont plus variées: traces de vascularisation, productions osseuses, irrégularité de la surface fibrocartilagineuse, géodes.

### Méthode de calcul des erreurs inter-observateurs

Il existe une variété de cas où une insertion ne peut être cotée. Par exemple, une destruction post-dépositionnelle d'une partie de l'enthèse peut empêcher la cotation pour cette insertion. Le fait de coter ou non une enthèse doit également être prise en compte dans l'analyse de la reproductibilité (Havelková et Villotte 2007). Les critères pour considérer une enthèse comme ne pouvant pas être cotée sont présentés dans l'annexe 1.

L'absence de cotation est ici indiquée par « X ». Les observateurs n'ont pas tous suivi les recommandations présentées dans Havelková et Villotte (2007) et dans l'annexe 1 concernant l'attribution d'un NE (modifications non enregistrables pour cette enthèse) ou d'un ABS (enthèse complètement absente). Ces deux types ont été regroupés sous X.

Un des objectifs était de tester l'influence, en terme d'erreurs inter-observateurs, de la distinction en trois stades comparativement à la simple dichotomie présence/absence d'enthésopathie. Il a donc été demandé aux participants d'appliquer la méthode de cotation en trois stades. Deux tests ont été effectués. Le test 1 se rapporte à l'attribution de X, A, B ou C (A, B ou C sont des stades définis dans Villotte 2006). Le test 2 se rapporte à l'attribution de X, Absence, Présence (Absence = Absence d'une enthésopathie, i.e. stade A ; Présence = Présence d'une enthésopathie, i.e. stade B ou C).

L'observateur 1 est S. Villotte. Les cotations des autres observateurs (numérotés de 2 à 9) sont comparées aux siennes, qui servent de référence.

La concordance (exprimée en pourcentage) entre l'observateur 1 et un observateur n est calculée comme la somme des enthèses qui ont reçu une attribution

identique (X-X, A-A, B-B, C-C, pour le test 1 ; X-X, Abs.-Abs., Pr.-Pr., pour le test 2) divisée par le nombre d'enthèses étudiées par les deux observateurs. Ce nombre est toujours égal à 180. L'analyse porte sur 10 squelettes, avec neuf insertions étudiées par coté, donc 18 insertions étudiées par squelette.

Une concordance moyenne a également été calculée. Elle correspond à la somme des enthèses qui ont reçu une attribution identique dans chacune des huit comparaisons entre observateurs (obs. 1 vs 2 ; obs 1 vs 3 ;... ; obs 1 vs 9) divisé par huit fois le nombre d'enthèses étudiées.

Le désaccord, ou erreur inter-observateur, également présenté en pourcentage, est égal à 1 – la concordance.

## Résultats et discussions

Les fréquences obtenues pour les tests de reproductibilité sont présentées dans le Tab. 2.

### Différences globales

Les pourcentages moyens de concordance sont de 75,3% pour le test 1 et de 84,0% pour le test 2. Ces pourcentages sont relativement bas, comparés aux précédents tests de reproductibilité inter-observateurs pour cette méthode. A partir d'un calcul proche de celui effectué pour le test 1 (les différences portent sur la prise en compte des insertions non cotables), les pourcentages de concordance de 85,0% (Villotte 2006) et de 92,7% (Havelková et Villotte 2007) avaient été obtenus. Deux facteurs associés à la conduite des tests pourraient expliquer cette différence. D'une part, lors des précédents tests, un seul observateur extérieur était impliqué, la présentation de la méthode et l'apprentissage étaient ainsi « personnalisés ». D'autre part, beaucoup plus de temps (plusieurs jours) avait été pris pour observer et discuter de nombreux cas ; les observateurs étaient donc plus au fait de la variabilité

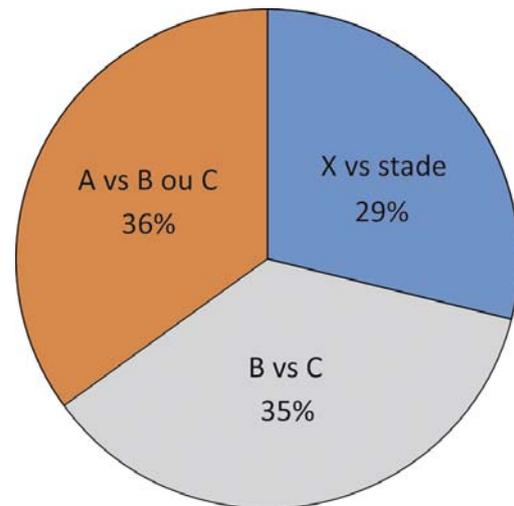


Fig. 2. Fréquences relatives des types d'erreurs.

concernant l'aspect des insertions. Par ailleurs, les tests précédents impliquaient des observateurs relativement expérimentés, ce qui peut également avoir eu une influence (cf. infra).

Les erreurs se répartissent de façon globalement homogène en trois catégories (Fig. 2):

- un peu moins d'un tiers correspond à des désaccords concernant le fait de coter ou non,
- un peu plus d'un tiers correspond à des désaccords concernant la présence ou non d'une enthésopathie (essentiellement des cas de stades A vs B: 2 cas seulement de A vs C),
- un peu plus d'un tiers correspond à des désaccords concernant l'importance d'une enthésopathie (B vs C).

L'écart entre les tests 1 et 2 est relativement constant entre les observateurs (Tab. 1 et Fig. 3). Le regroupement des stades B et C fait gagner environ 10% de reproductibilité.

Tab. 1. Insertions considérées dans la méthode de cotation.

Muscle(s)	Localisation	Code
m. subscapulaire	Humérus : partie supéro-médiale du tubercule mineur	HSC
mm. supra-épineux et infra-épineux (term. commune)	Humérus : facettes supérieure et moyenne du tubercule majeur	HSI
mm. épicondyliens médiaux (origine commune)	Humérus : face antérieure et médiale de l'épicondyle médial	HEM
mm. épicondyliens latéraux (origine commune)	Humérus : face antérieure et latérale de l'épicondyle latéral	HEL
m. biceps brachial	Radius : moitié médiale de la tubérosité	RBB
mm. ischio-jambiers	Os coxal : face postérieure de la tubérosité ischiatique	CSB
m. petit fessier	Fémur : face antérieure du grand trochanter	FPF
m. moyen fessier	Fémur : face latérale du grand trochanter	FMF
m. ilio-psoas	Fémur : sommet du petit trochanter	FIP

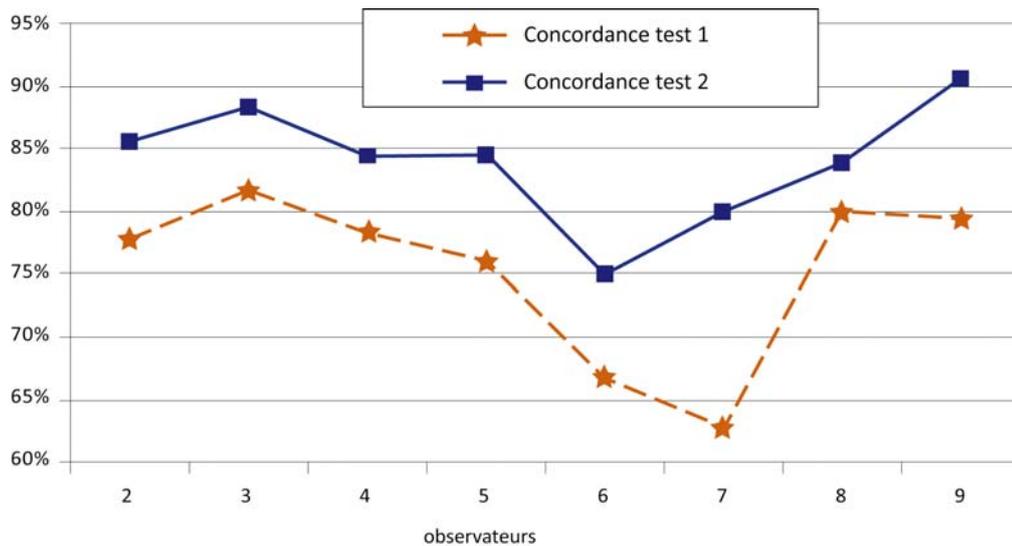


Fig. 3. Pourcentage de concordance pour les tests 1 et 2 selon les observateurs.

### Différences selon les observateurs

Le pourcentage de concordance varie sensiblement suivant les observateurs (Tab. 2). Pour le test 1, le pourcentage le plus faible est de 62,8%, le meilleur est de 81,7%. Concernant le test 2, le pourcentage de concordance varie entre 75,0 et 90,6%. Cette variation peut être expliquée au moins en partie par le niveau d'expérience en ostéologie et en paléopathologie des participants (Fig. 4).

Les pourcentages de désaccord concernant l'attribution ou non d'un stade (X vs stade) et concernant la présence d'une enthésopathie (A vs B ou C) baissent régulièrement quand augmente l'expérience en ostéologie/paléopathologie. Le pourcentage de désaccord concernant l'importance d'une modification au niveau d'une enthèse (B vs C) baisse entre le groupe 1 et le groupe 2. Les différences entre les groupes en terme de pourcentage de désaccord sont statistiquement significatives (Test 1:  $\chi^2 = 22,31$  ;  $p < 0.001$  et Test 2:  $\chi^2 = 12,51$  ;  $p = 0.002$ ). Ces résultats sont particulièrement intéressants mais l'interprétation doit être tempérée du fait de plusieurs facteurs: la faible différence d'expérience entre les participants, le faible nombre de participants par groupe, la nature subjective de la définition de ces groupes. De plus, il convient de noter que même pour le groupe le plus expérimenté, qui présente le meilleur pourcentage de concordance avec l'observateur 1, ce pourcentage reste relativement faible (en dessous d'un seuil acceptable de 90%): 80,4% pour le test 1 et 87,6% pour le test 2.

Des moyennes calculées pour chaque insertion (Stade A = 0 ; B = 1 et C = 2) sont présentées pour chaque observateur dans le Tab. 3. Ce calcul permet d'illustrer simplement la constance des observateurs entre les observations. Ainsi, deux des observateurs (6 et 7) ont régulièrement sur-coté comparativement à l'observateur 1. Un seul observateur (2) a régulièrement sous-coté comparativement à l'observateur 1.

### Influence de l'insertion

Les pourcentages de désaccord varient sensiblement suivant les insertions (Fig. 5): du simple au triple pour le

Tab. 2. Pourcentage de concordance pour l'attribution d'un stade (X, A, B, C) ou pour considérer la présence d'une enthésopathie (X, Présence, Absence).

Observateur	Test 1 (X, A, B, C)	Test 2 (X, Présence, Absence)
2	77,8%	85,6%
3	81,7%	88,3%
4	78,3%	84,4%
5	76,1%	84,4%
6	66,7%	75,0%
7	62,8%	80,0%
8	80,0%	83,9%
9	79,4%	90,6%
<b>Global</b>	<b>75,3%</b>	<b>84,0%</b>

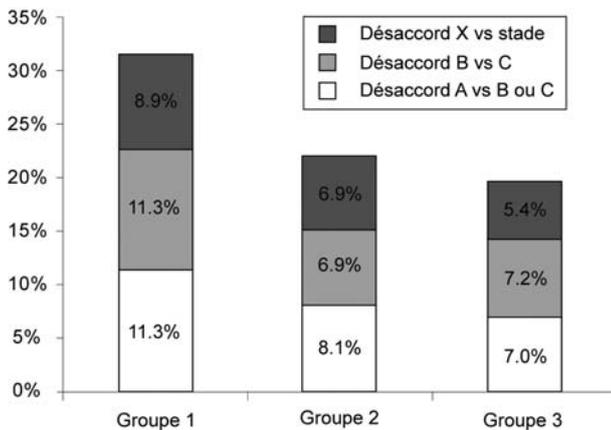


Fig. 4. Pourcentage et type d'erreur suivant l'expérience des participants.

test 1 et du simple au double pour le test 2 (respectivement 8,1% et 16,9% pour HEL, 24,4% et 34,4% pour FPF). L'écart entre les deux tests reste relativement constant selon les insertions (environ 10%, Fig. 5). De manière générale, les insertions du membre supérieur présentent un plus faible pourcentage de désaccord que les insertions du membre inférieur. Ceci est peut-être explicable par le temps plus important passé à illustrer les modifications des entèses du membre supérieur durant la présentation de la méthode.

Pour certaines insertions, des hypothèses spécifiques peuvent être formulées concernant les pourcentages de concordance. Le faible pourcentage d'erreur inter-observateur pour HEM est à associer à une faible fréquence de modifications pour cette insertion et à une entèse facilement « lisible », c'est-à-dire pour laquelle les contours sont bien délimités et la surface

fibrocartilagineuse se distingue bien d'une surface corticale classique. De même, les pourcentages relativement faibles d'erreur pour HEL, FMF et RBB peuvent être associés au fait que ces insertions sont facilement identifiables. Le pourcentage d'erreur très élevé pour FPF pourrait être associé à une insertion aux contours difficilement lisibles et à la surface souvent légèrement « ridée » (tendance claire des autres observateurs à sur-coter comparativement à l'observateur 1, Tab. 3). L'important pourcentage d'erreur pour CSB pourrait être associé à une insertion pour laquelle les remodelages doivent être relativement importants pour être pris en compte (tendance claire des autres observateurs à sur-coter comparativement à l'observateur 1, Tab. 3).

### Conclusions et perspectives

Pour ce test de reproductibilité d'une méthode de cotation de neuf insertions fibrocartilagineuses, le pourcentage de désaccord entre huit observateurs extérieurs et l'observateur 1 est supérieur aux exigences classiques en anthropologie (< 5% ou, au pire < 10%). Ce résultat indique que les données issues de l'application de cette méthode par différents observateurs semblent difficilement comparables actuellement.

Les différences d'accords avec l'observateur 1 varient grandement suivant les observateurs, et l'expérience en ostéologie et en paléopathologie de ces derniers pourraient jouer un rôle. L'expérience des participants doit être un facteur à prendre en compte dans une recherche pédagogique concernant cette méthode. De plus, une conduite différente du test, laissant plus de temps pour illustrer la variabilité et pour discuter avec chaque participant, pourrait améliorer ce résultat.

Tab. 3. Moyennes pour chaque insertion et pour chaque observateur. En gras: moyenne supérieure à celle de l'observateur 1. En italique: moyenne inférieure à celle de l'observateur 1.

Obs	HSC	HSI	HEM	HEL	RBB	CSB	FPF	FMF	FIP
1	1,05	0,87	0,67	1,14	1,11	0,69	0,76	1	1,11
2	<i>0,89</i>	0,86	<i>0,5</i>	<i>1</i>	<i>0,95</i>	<b>0,88</b>	0,76	<i>0,88</i>	<i>0,76</i>
3	1,11	<b>1</b>	<b>0,89</b>	1,21	1,05	<b>0,82</b>	<b>1</b>	1	1
4	1	<i>0,75</i>	<b>0,88</b>	1,08	<b>1,26</b>	<b>0,83</b>	<b>1,06</b>	<i>0,88</i>	<i>0,94</i>
5	0,95	<b>1,07</b>	<i>0,44</i>	<i>1</i>	1,21	<b>1,25</b>	<b>1,06</b>	<i>0,88</i>	1,21
6	1,06	<b>1,15</b>	0,71	<b>1,31</b>	1	<b>1,08</b>	<b>1</b>	<b>1,47</b>	<b>1,28</b>
7	<b>1,19</b>	<b>1,13</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	1,21	<b>1,25</b>	<b>1,41</b>	0,94	<b>1,44</b>
8	1,15	0,93	<b>1,13</b>	1,2	1,11	<b>0,88</b>	<b>1,12</b>	1	<b>1,33</b>
9	1,05	<i>0,67</i>	<b>0,78</b>	<i>0,79</i>	<i>0,95</i>	0,71	<b>0,88</b>	0,94	1

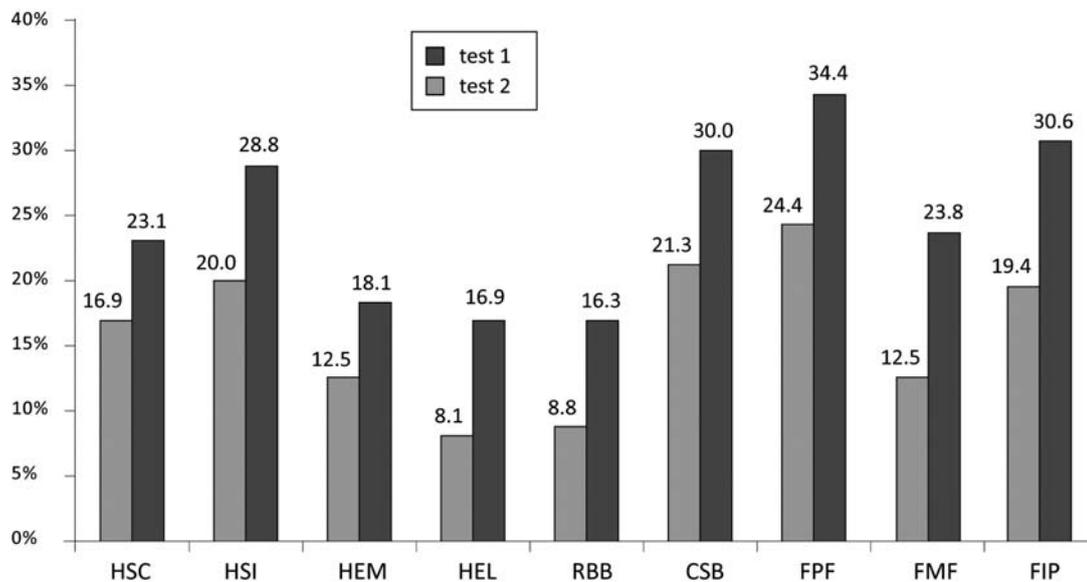


Fig. 5. Pourcentage de désaccord pour les tests 1 et 2 selon les insertions.

Plusieurs pistes ont été envisagées durant le workshop pour améliorer le document de travail présentant la méthode. Premièrement, l'utilisation d'une terminologie plus précise a été avancée. Deuxièmement, l'indication de l'orientation et de la latéralisation des os pour les clichés, si possible en gardant une certaine constance pour toutes les insertions. Enfin, des clichés supplémentaires illustrant 1) plus de vues différentes par insertion, 2) la différence entre altérations taphonomiques et pathologiques et 3) les limites fibrocartilage / os cortical.

La méthode semble plus reproductible pour certaines insertions et il convient de rechercher pourquoi: temps passé à la présenter, nombre et type d'illustrations dans le document de travail, caractéristiques morphologiques et pathologiques inhérentes à chacune d'elle, etc.

Le regroupement des stades B et C améliore sensiblement la reproductibilité, quelque soit l'insertion ou l'observateur. Il semble donc opportun de traiter actuellement les données de cette façon là pour limiter l'influence des erreurs inter-observateurs.

Une partie non négligeable des erreurs (environ un tiers) est causée par un désaccord sur le fait ou non d'appliquer la méthode de cotation. D'une part, ce résultat rappelle l'importance de discuter les critères nécessaires pour attribuer un stade, un score, ou encore une mesure dans toute approche méthodologique, ce qui est rarement le cas. D'autre part, une meilleure définition de la limite des contours et un support

iconographique approprié semblent nécessaires pour réduire l'importance de ce type d'erreurs.

On peut relever dans des publications récentes (Mariotti 2004, 2007; Rissech 2006) un effort certain pour illustrer et décrire les modifications morphologiques considérées dans des méthodes de cotation en Anthropologie biologique. Cependant, à notre avis, ce test illustre que l'apprentissage d'une méthode en utilisant uniquement les données issues d'une publication est, en grande part, un leurre. La transmission d'une pratique d'enregistrement rigoureuse nécessite des stages de formation et probablement également des outils d'apprentissage spécifiquement élaborés tels que: l'accès à des séries de référence, qu'il s'agisse de squelettes à proprement parlé, de moulages ou d'images 3D.

## Références

- Ball J 1971. *Enthesopathy of rheumatoid and ankylosing spondylitis*. *Annals of the Rheumatic Diseases* 30: 213–223.
- Crubézy E 1988. *Interactions entre facteurs bio-culturels, pathologie et caractères discrets. Exemple d'une population médiévale: Canac (Aveyron)*. Thèse de doctorat de Médecine. Université de Montpellier, 417 p.
- Gemmerich I 1999. *Création d'une collection anthropologique de référence et application des caractères discrets*

- dans le cas de généalogies connues. Thèse de doctorat en anthropologie, département d'anthropologie et d'écologie, Université de Genève.
- Havelková P, and Villotte S 2007. *Enthesopathies: test of the reproducibility of the new scoring system based on current medical data*. Slovenská antropológia 10 (1): 51–57.
- Hawkey DE, Merbs CF 1995. *Activity-induced musculo-skeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among ancient Hudson Bay Eskimos*. International Journal of Osteoarchaeology 5 (4): 324–338.
- Henderson CY, Gallant AJ 2007. *Quantitative recording of entheses*. Paleopathology Newsletter 137: 7–12.
- Jurmain R, Villotte S 2010. *Terminology*. Workshop in Musculoskeletal Stress Markers (MSM): Limitations and Achievements in the Reconstruction of Past Activity Patterns. ([http://www.uc.pt/en/cia/msm/MSM\\_terminology3](http://www.uc.pt/en/cia/msm/MSM_terminology3)).
- Mariotti V, Facchini F, Belcastro MG 2004. *Enthesopathies – Proposal of a standardized scoring method and applications*. Collegium Antropologicum 28 (1): 145–159.
- 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*. Collegium Antropologicum 31 (1): 191–313.
- Perréard Lopreno G 2007. *Adaptation structurelle des os du membre supérieur et de la clavicule à l'activité : analyse de l'asymétrie des propriétés géométriques de sections transverses et de mesures linéaires dans une population identifiée (collection SIMON)*. Thèse, département d'anthropologie et d'écologie, Université de Genève (non publié).
- Perréard Lopreno G, Eades S 2003. *Une démarche actualiste en paléanthropologie: la collection de squelettes de référence*. In: Besse M, Stahl Gretsche L-I, Curdy P (eds). *ConstellaSion: hommage à Alain Gally*. Cahiers d'Archéologie Romande. Lausanne 95: 463–472.
- Rissech C, Estabrook GF, Cunha E, Malgosa A 2006. *Using the acetabulum to estimate age at death of adult males*. Journal of Forensic Sciences 51 (2): 213–229.
- Robb JE 1998. *The interpretation of skeletal muscle sites: a statistical approach*. International Journal of Osteoarchaeology 8 (5): 363–377.
- Simon L, Hérisson C, Rodineau J, éditeurs 1991. *Pathologie des insertions et enthésopathies*. Paris. Masson, 238 p.
- Stirland AJ 1998. *Musculoskeletal evidence for activity: problems of evaluation*. International Journal of Osteoarchaeology 8 (5): 354–362.
- Testut L 1889. *Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade (Dordogne)*. Lyon. Pitrat aîné, 121 p.
- Villotte S 2006. *Connaissances médicales actuelles, cotation des enthésopathies : nouvelle méthode*. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris n.s., 18 (1–2): 65–85.
- Villotte S 2009. *Enthésopathies et activités des Hommes préhistoriques: recherche méthodologique et application aux fossiles européens du Paléolithique supérieur et du Mésolithique*. Oxford. Archaeopress, 206 pp.
- Villotte S, Castex D, Couallier V, Dutour O, Knüsel C, Henry-Gambier D 2010. *Enthesopathies as occupational stress markers: evidence from the upper limb*. American Journal of Physical Anthropology 142 (2): 224–234.
- Waldron T, Rogers J 1991. *Inter-observer variation in coding osteoarthritis in human skeletal remains*. International Journal of Osteoarchaeology, 1: 49–56.
- Zumwalt A 2005. *A new method for quantifying the complexity of muscle attachment sites*. The Anatomical Record Part B: The New Anatomist 286B (1): 21–28.

#### Adresses:

Sébastien Villotte (Corresponding author)  
 Anthropologie des Populations Passées et Présentes  
 PACEA, UMR 5199, Université Bordeaux 1 - CNRS  
 Bat. B8, Avenue des Facultés, Université Bordeaux 1  
 33405, Talence  
 France  
 Téléphone : +33 (0) 540002554  
 E-mail : s.villotte@pacea.u-bordeaux1.fr

et

Geneviève Perréard Lopreno  
 Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie  
 Institut F.-A. Forel – Sciences de la terre et environnement  
 Université de Genève  
 18, route des Acacias  
 CH-1211 Genève 4  
 Switzerland  
 E-mail: genevieve.perreard@unige.ch

## Workshop de la Société Suisse d'Anthropologie, 25 et 26 Juin 2010

### Actualité de la recherche: les altérations de l'enthèse, pourquoi et comment les reconnaître

#### Cotation de l'aspect osseux de certaines enthèses fibrocartilagineuses

#### Document de travail

S. VILLOTTE

#### Les enthèses fibrocartilagineuses saines et pathologiques

Les enthèses fibrocartilagineuses sont caractéristiques des zones d'ossification secondaire des os longs mais se rencontrent également sur les os courts des mains et des pieds et sur les vertèbres (Benjamin et McGonagle 2001; Benjamin et Ralphs 1998). Les principales insertions fibrocartilagineuses connues sont présentées dans le tableau suivant (Tab. 1).

#### Les enthèses fibrocartilagineuses saines

Quatre zones tissulaires successives sont distinguables chez l'adulte (Benjamin *et al.* 1986; Cooper et Misol 1970) (Fig. 1):

- 1) L'extrémité du tendon ou du ligament
- 2) La zone de fibrocartilage non-calcifié
- 3) La zone de fibrocartilage calcifié
- 4) L'os sous-chondral

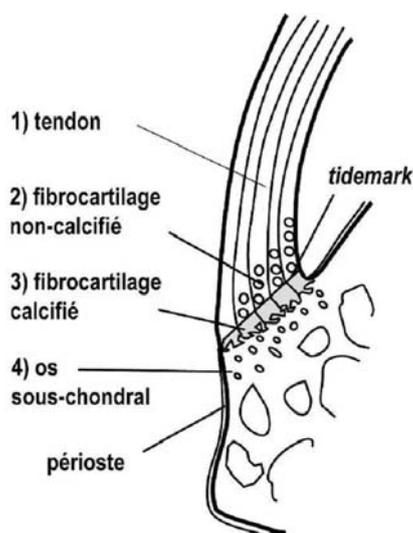


Fig. 1

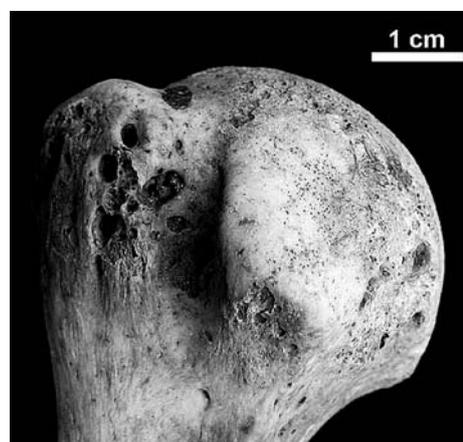


Fig. 2a. Enthèses saines: terminaison du m. sous-scapulaire sur le tubercule mineur.

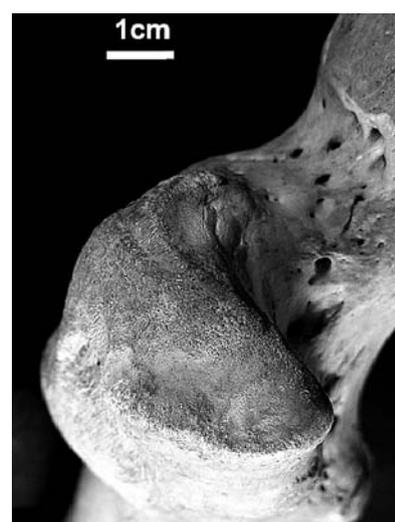


Fig. 2b. Enthèses saines: terminaison du m. moyen fessier sur le grand trochanter.

**Tab. 1.** Principales insertions fibrocartilagineuses infra-crâniennes (d'après Villotte 2009). Term. = terminaison.

LOCALISATION ANATOMIQUE	STRUCTURE	ENTHÈSE	RÉFÉRENCE	
Rachis	Ligaments	Insertions des ligaments inter-épineux	(Scapinelli 1989)	
		Insertions des ligaments intra-épineux		
		Insertions des ligaments jaunes	(Hayashi <i>et al.</i> 1997)	
	<i>Annuli fibrosi</i>		(François <i>et al.</i> 2001)	
Membre supérieur	Tendons	Origine du m. biceps brachial (long chef)	(Benjamin <i>et al.</i> 1986)	
		Origine du m. triceps brachial (long chef)		
		Term. commune des mm. infra- et supra-épineux		
		Term. du m. petit rond		
		Term. du m. subscapulaire		
		Term. du m. biceps brachial		
		Term. du m. triceps brachial		
		Term. du m. brachial		
		Term. du m. brachio-radial		
		Origine commune des mm. épicondyliens médiaux		
		Origine commune des mm. épicondyliens latéraux		
		Term. du m. long extenseur radial du carpe		
		Term. du m. court abducteur du pouce		
		Term. du m. fléchisseur ulnaire du carpe		
	Term. du m. extenseur commun des doigts			
		Ligaments	Insertions des ligaments collatéraux de l'articulation interphalangienne proximale	(Lewis <i>et al.</i> 1998)
Membre inférieur	Tendons	Term. du m. petit fessier	(Dörfl 1969; Shea <i>et al.</i> 2002)	
		Term. du m. moyen fessier		
		Origine commune des mm. semi-membraneux, semi-tendineux et biceps fémoral	(Benjamin <i>et al.</i> 1986)	
		Origines du m. gastrocnémien (chef latéral et médial)		
		Term. du m. ilio-psoas		
		Term. du m. quadriceps fémoral	(Evans <i>et al.</i> 1990)	
		Term. du m. poplité	(Benjamin <i>et al.</i> 1986)	
		Term. du m. triceps sural	(Dörfl 1969; Milz <i>et al.</i> 2002)	
		Term. du m. tibial antérieur	(Frowen et Benjamin 1995)	
		Term. du m. tibial postérieur		
	Term. du m. long fibulaire			
		Ligaments	Insertions du ligament croisé antérieur	(Petersen et Tillmann 1999)
	Insertions du ligament croisé postérieur			
Insertions du ligament patellaire	(Dörfl 1969; Evans <i>et al.</i> 1990)			

**Tab. 2.**

Muscle(s)	Localisation	Code
m. subscapulaire	Humérus: partie supéro-médiale du tubercule mineur	HSC
mm. supra-épineux et infra-épineux (term. commune)	Humérus: facettes supérieure et moyenne du tubercule majeur	HSI
mm. épicondyliens médiaux (origine commune)	Humérus: face antérieure et médiale de l'épicondyle médial	HEM
mm. épicondyliens latéraux (origine commune)	Humérus: face antérieure et latérale de l'épicondyle latéral	HEL
m. biceps brachial	Radius: moitié médiale de la tubérosité	RBB
mm. ischio-jambiers	Os coxal: face postérieure de la tubérosité ischiatique	CSB
m. petit fessier	3Fémur: face antérieure du grand trochanter	FPF
m. moyen fessier	Fémur: face latérale du grand trochanter	FMF
m. ilio-psoas	Fémur: sommet du petit trochanter	FIP

Les quatre zones tissulaires sont présentes dans la partie centrale de l'enthèse où le périoste est absent. À la périphérie le fibrocartilage est plus rare et les fibres collagènes tendineuses ou ligamentaires s'intriquent avec le périoste (Gao et Messner 1996).

Entre les zones de fibrocartilage non-calcifié et calcifié, une limite nette et régulière appelée *tidemark* s'individualise. *C'est cette limite que nous observons sur le squelette*. Le fibrocartilage calcifié se conserve au moins en partie après disparition des tissus mous (Benjamin *et al.* 1986; Henderson et Gallant 2005). Les caractéristiques de cette *tidemark* permettent de définir l'aspect d'une insertion fibrocartilagineuse saine sur le squelette (Villotte 2006, 2009; Villotte *et al.* 2010): *le site d'attache est lisse, bien délimité et sans foramen vasculaire*. Des communications vasculaires sont toutefois possibles en marge de l'insertion (Benjamin et McGonagle 2001; Dörfel 1969).

Dans les deux cas le centre de l'enthèse est lisse et sans foramen, proche de l'aspect d'une surface articulaire et le contour est régulier (Fig. 2).

### Les enthèses fibrocartilagineuses pathologiques

De nombreux travaux traitent des atteintes des insertions fibrocartilagineuses. Classiquement, on distingue les enthésopathies dégénératives, inflammatoires, métaboliques et traumatiques (Freemont 2002; Resnick et Niwayama 1983; Slobodin *et al.* 2007). Les modifications au niveau du fibrocartilage calcifié et de l'os sous-jacent nous intéressent tout particulièrement. Elles sont diverses et bien documentées grâce à l'imagerie, aux actes chirurgicaux et aux dissections (Tab. 2).

À la périphérie de l'enthèse, *dans la zone la plus éloignée de l'angle formé entre le tendon et l'os*, les

modifications observées correspondent à des irrégularités ou à des enthésophytes probablement du fait de la rareté du fibrocartilage dans cette zone.

Ces données médicales peuvent être associées aux changements observés sur le squelette pour *certaines* enthèses (groupe 1 dans Villotte 2006) (Tab. 2).

### Le contour de l'enthèse fibrocartilagineuse: Localisation et illustration de différentes modifications

Le contour est défini comme *la zone (principalement) la plus éloignée de l'angle aigu formé entre le tendon et l'os*<sup>\*)</sup> (Fig. 3). Il est représenté par un trait noir épais dans les exemples suivants. La surface de l'insertion est représentée en grisé.

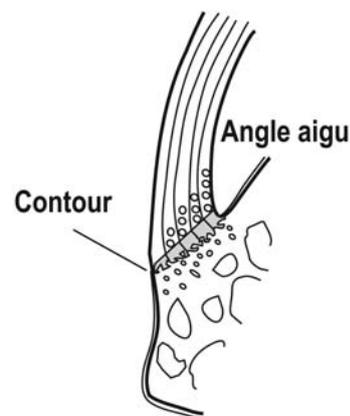
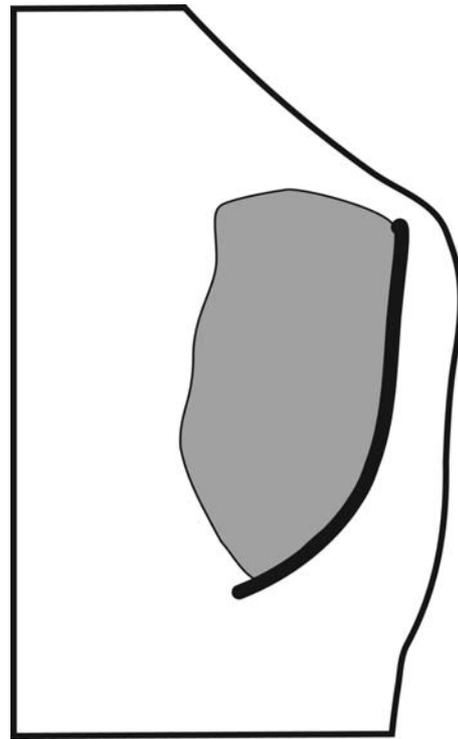
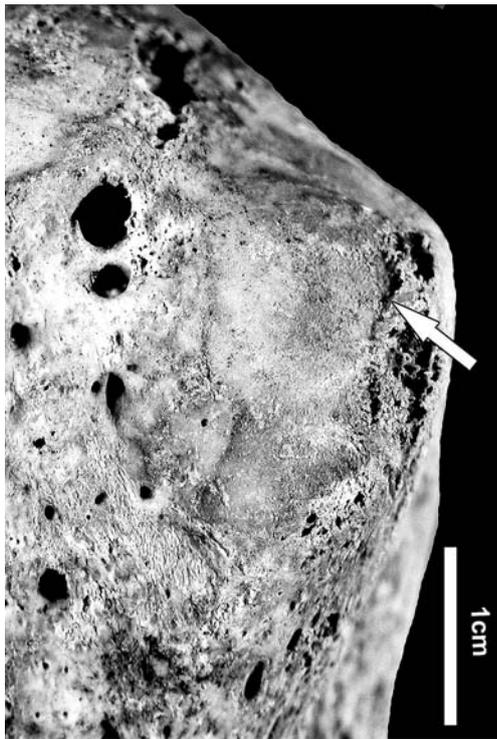


Fig. 3. Contour et angle aigu.

<sup>\*)</sup> Cela ne s'applique pas pour l'insertion du muscle ilio-psoas.

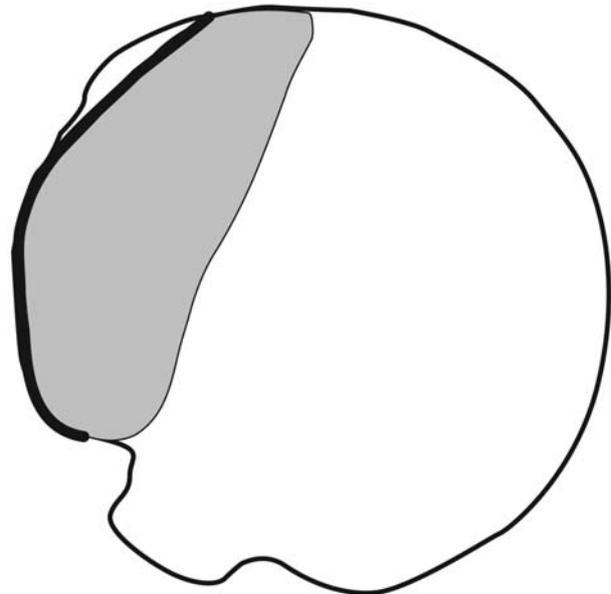
Tab. 3. Lésions au niveau du fibrocartilage calcifié et de l'os sous-jacent (Modifié d'après Villotte 2006). SN: sénescence, MT: microtraumatismes, SPI: spondylarthropathies, ECE: enthésopathie calcifiante érosive.

Modification décrite dans la littérature	Nature de l'enthésopathie	Référence
Dépôt calcique	Dégénératif (SN)	(Durigon et Paolaggi 1991; Kumagai <i>et al.</i> 1994; Milz <i>et al.</i> 2004)
Cal de réparation: enthésophytes	Dégénératif (SN)	(Milz <i>et al.</i> 2004)
	Dégénératif (MT) Inflammatoire (SPI)	(Dupont <i>et al.</i> 1983) (Ball 1971; Resnick et Niwayama 1983)
Enthésophyte d'hyperostose	Maladie hyperostotique	(Resnick <i>et al.</i> 1975)
Irrégularité de la <i>tidemark</i>	Dégénératif (SN)	(Durigon et Paolaggi 1991; Kumagai <i>et al.</i> 1994; Milz <i>et al.</i> 2004)
	Dégénératif (SN) Inflammatoire (SPI) Inflammatoire (ECE)	(Jiang <i>et al.</i> 2002) (Ball 1971; Resnick et Niwayama 1983) (Chan <i>et al.</i> 2004; Flemming <i>et al.</i> 2003)
Vascularisation de l'enthèse	Dégénératif (SN)	(Kumagai <i>et al.</i> 1994; Milz <i>et al.</i> 2004)
	Dégénératif (MT)	(Dupont <i>et al.</i> 1983; Potter <i>et al.</i> 1995)
	Inflammatoire (SPI)	(d'Agostino et Breban 2003; Ball 1971)
Kyste osseux	Inflammatoire (SPI)	(Benjamin et McGonagle 2001)
	Dégénératif (SN)	(Tan <i>et al.</i> 2006)



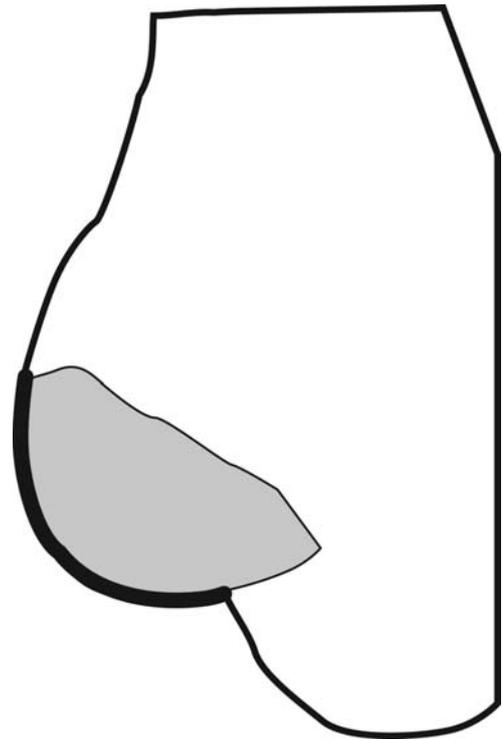
**Fig. 4.** Terminaison du m. subscapulaire (contour irrégulier pour cet exemple).

Contour: bord distal et latéral de l'insertion. Les modifications mineures correspondent à un bord irrégulier ou saillant, les modifications majeures se présentent sous la forme d'une crête enthésophytique.



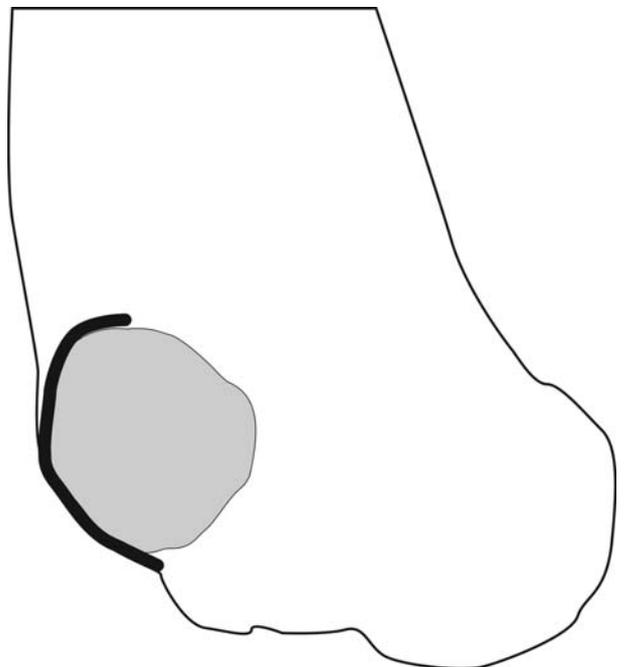
**Fig. 5.** Terminaison des mm. infra et supra-épineux (contour régulier pour cet exemple).

Contour: bord latéral de l'insertion. Les modifications mineures correspondent à un bord irrégulier ou saillant, les modifications majeures se manifestent sous l'aspect d'une production osseuse amorphe.



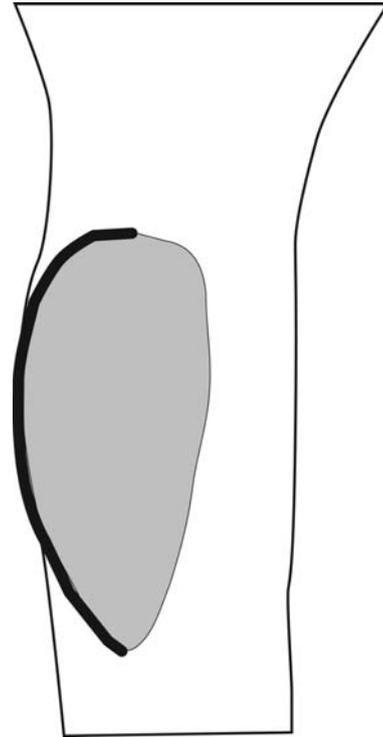
**Fig. 6.** Origine des épicondyliens médiaux (contour régulier pour cet exemple).

Contour: bord médial de l'insertion (latéral possible). Les modifications mineures de cette zone correspondent à un bord irrégulier ou saillant, les majeures à une crête enthésophytique.

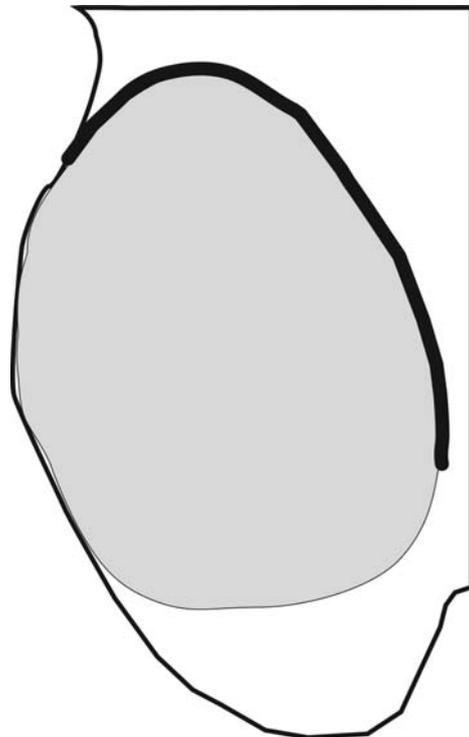
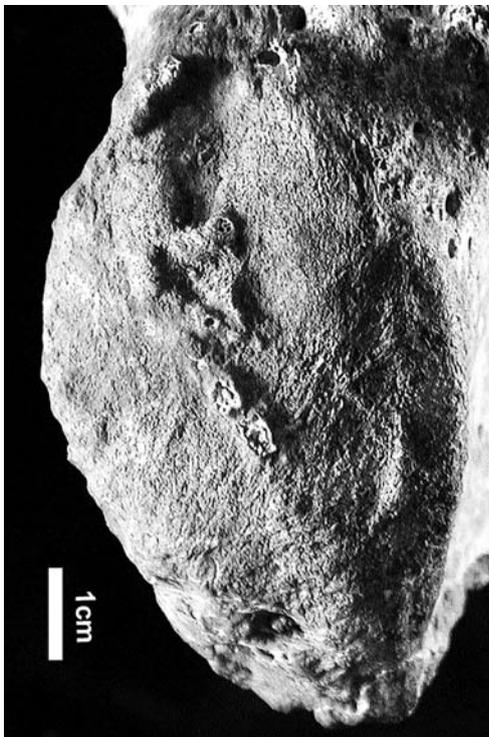


**Fig. 7.** Origine des épicondyliens latéraux (crête enthésophytique pour cet exemple).

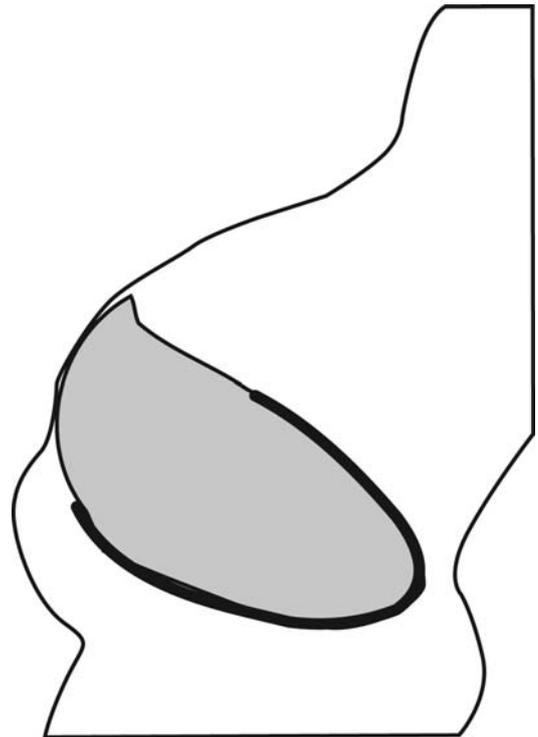
Contour: bord latéral de l'insertion. Les modifications mineures correspondent à un bord irrégulier ou saillant, les majeures à une crête enthésophytique.



**Fig. 8.** Terminaison du m. biceps brachial (contour irrégulier pour cet exemple).  
Contour: bord médial de l'insertion. Les modifications mineures correspondent à un bord irrégulier ou saillant, les majeures à un enthésophyte ou à une crête enthésophytique. Remarques: Les modifications de la partie latérale de la tubérosité (bourse séreuse) ne sont pas prises en compte dans la cotation, tout comme l'insertion de la corde oblique, à la jonction médio-distale entre la tubérosité et la diaphyse.

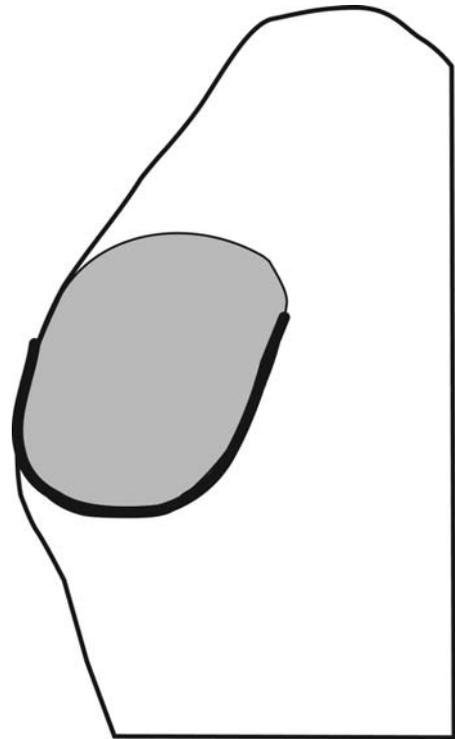


**Fig. 9.** Origine commune des mm. ischio-jambiers (enthésophyte unique pour cet exemple).  
Contour: bords proximal et latéral. Les remodelages du contour doivent être considérés en rapport avec la dimension importante de l'insertion. Le remodelage mineur correspond à un petit enthésophyte, les majeurs prennent la forme de plusieurs enthésophytes importants. Remarques: Les productions osseuses rencontrées au niveau de l'insertion du ligament sacro-tubéral (partie médiale de l'enthèse) ne doivent pas être prises en compte.



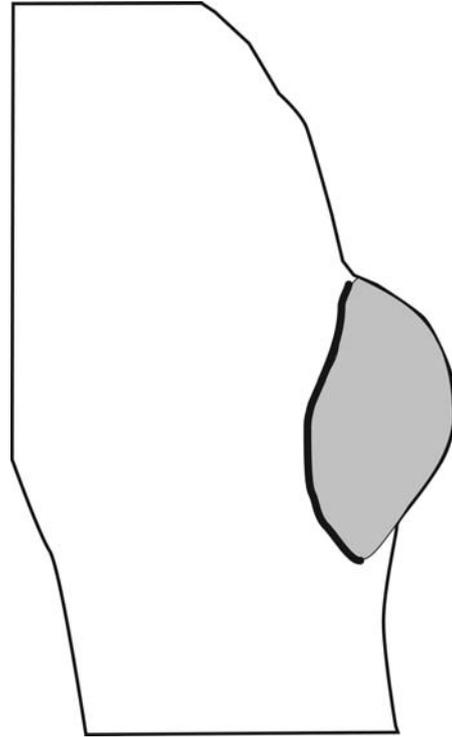
**Fig. 10.** Terminaison du m. moyen fessier (contour régulier pour cet exemple).

Contour: partie postérieure de l'insertion. Les remodelages mineurs forment une saillie osseuse. Un enthésophyte s'observe dans les cas les plus importants.



**Fig. 11.** Terminaison du m. petit fessier (contour régulier pour cet exemple).

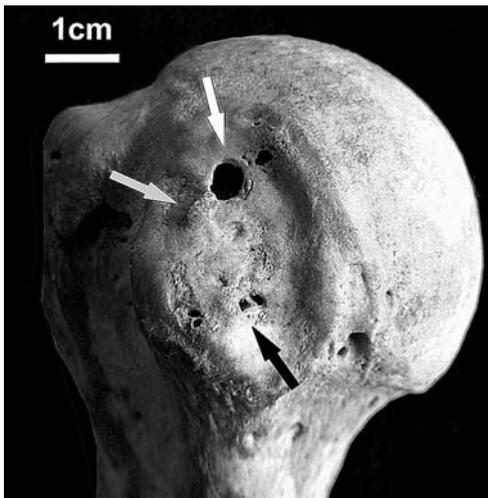
Contour: partie distale de l'insertion. Les remodelages mineurs se présentent comme une saillie osseuse. Une production osseuse s'observe dans les cas les plus importants. Remarque: une bourse inconstante peut se situer supérieurement à l'insertion.



**Fig. 12.** Terminaison du m. iliopsoas (contour saillant pour cet exemple).

Contour: bord médial de manière inconstante. Les remodelages mineurs se présentent comme une saillie osseuse. Une crête enthésophytique s'observe dans les remodelages majeurs. Remarques: des remodelages existent parfois au niveau médio-distal de l'insertion, à la jonction entre le petit trochanter et la diaphyse fémorale. Ces remodelages ne sont pas pris en compte dans la cotation; cette zone, caractérisée par de nombreuses variations anatomiques, correspond à l'insertion fibreuse du m. iliaque.

### Le centre de l'enthèse fibrocartilagineuse, illustration de différentes modifications



**Fig. 13.** Terminaison du m. subscapulaire. Flèche blanche: Perforation circulaire aux bords mous, correspondant à l'ouverture vers l'extérieure d'une grosse cavité à parois homogènes trabéculaires (kyste ou géode). Changement fréquemment observé pour HSC, HSI, RBB.



**Fig. 14.** Terminaison du m. moyen fessier. Toute la surface est légèrement irrégulière. Changement observé pour toutes les enthèses considérées.



**Fig. 15.** Origine commune des mm. ischio-jambiers. Flèche: Zone présentant de nombreuses perforations circulaires de petites dimensions, aux bords mous. Probables traces de vascularisation. Changement observé pour toutes les enthèses considérées.



**Fig. 16.** Origine commune des mm. ischio-jambiers. Flèche: Exostoses osseuses (enthésophytes). Changement observé pour toutes les enthèses considérées (rare pour FPF et FMF).



**Fig. 17.** Terminaison du m. biceps brachial. Flèche: Processus mixte (ostéof ormation et ostéolyse) avec des pertes locales de la substance osseuse et un remaniement de la corticale. Changement observé pour toutes les enthèses considérées (rare pour FPF et FMF).



**Fig. 18.** Terminaison du m. subscapulaire. Perte locale de la substance osseuse (érosion). Changement observé pour toutes les enthèses considérées (rare pour FPF et FMF).

### Cotation des remodelages (d'après Villotte 2006, 2009)

#### Remarques générales

Pour les insertions fibrocartilagineuses appendiculaires sélectionnées, le remaniement peut concerner le centre ou le contour de l'enthèse. Fréquemment, ces deux parties sont atteintes conjointement. Les modifications du contour, se présentant comme une déformation ou une ostéof ormation (enthésophyte), sont difficilement mesurables. L'influence de l'activité physique

(travailleurs lourds vs travailleurs légers) sur l'apparition de ces remodelages a été illustrée pour ces insertions (Villotte 2009, Villotte *et al.* 2010).

#### Cotation

Deux échelles, l'une pour le contour, l'autre pour le centre, ont été réalisées. Elles permettent d'attribuer un score à chacune de ces zones. Les deux scores sont additionnés afin de déterminer un stade.

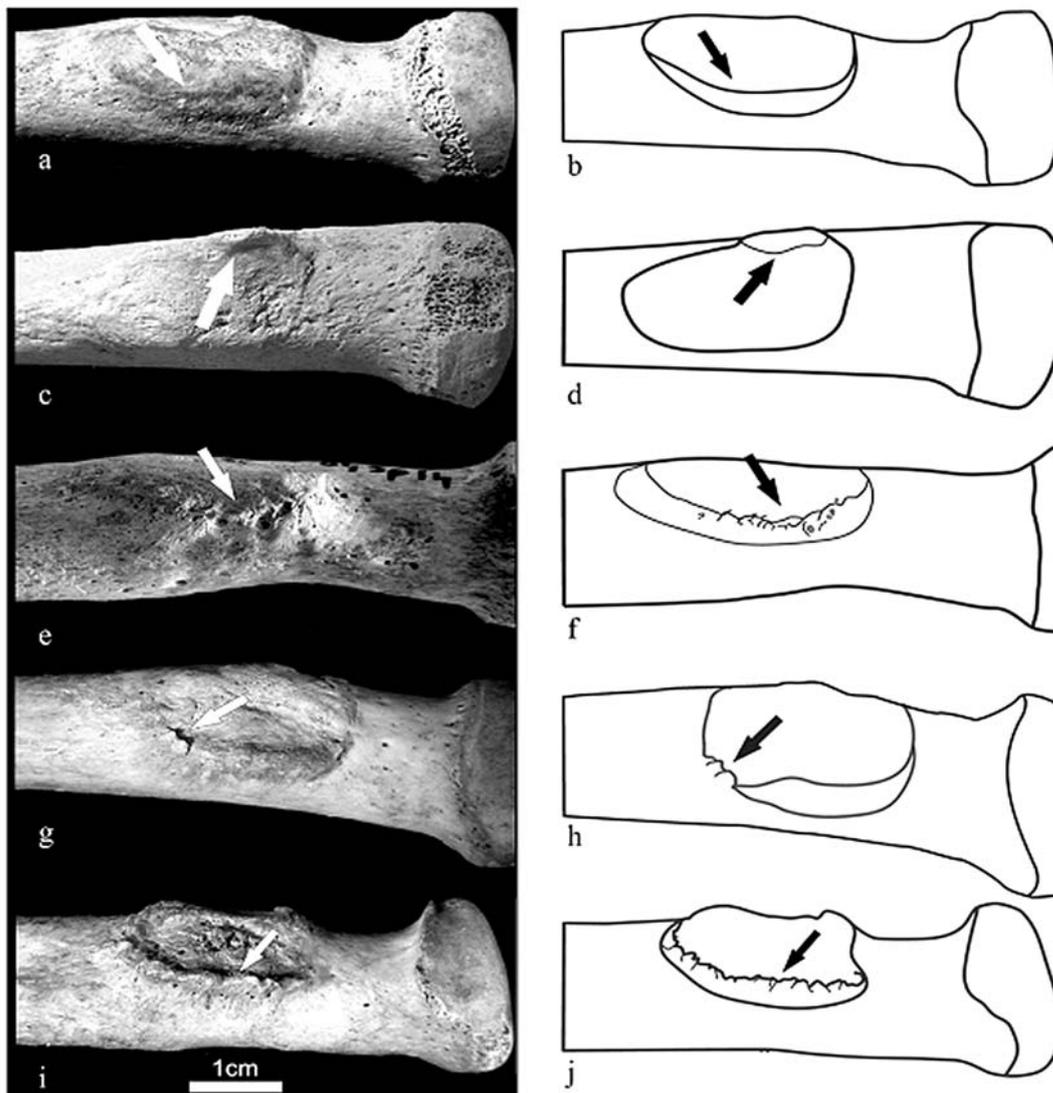
## Remaniement du contour

Trois degrés de remaniement sont distingués. La valeur du degré est indiquée entre parenthèses:

- absent (0): contour régulier
- mineur (1): contour saillant ou irrégulier
- majeur (2): enthésophyte(s)

## Remaniement du centre

Les lésions centrales sont plus variées que celles du contour. Les traces de vascularisation sont prises en compte à partir d'un nombre de foramens supérieur ou égal à trois et seules les géodes dont le diamètre est supérieur à 1 mm sont retenues. Une valeur, indiquée entre parenthèses, est attribuée à chacun de ces degrés.



**Fig. 19.** Remaniement du contour, exemple de l'insertion du m. biceps brachial sur le radius (d'après Villotte 2006 et Villotte et al. 2010). La valeur attribuée pour le remodelage est indiquée entre parenthèses.

- a et b: le contour est régulier, sans trace de remodelage (0).  
 c et d: le contour forme une petite saillie régulière (1).  
 e et f: le contour présente un aspect irrégulier, sans production osseuse (1).  
 g et h: le contour présente un enthésophyte bien distinct (2).  
 i et j: le contour présente une crête enthésophytique bien distincte (2).

- Absent (0): surface régulière, absence de foramen ou de géode.
- Mineur (1): a) ou b).
  - a) Moins de la moitié de la surface de l'insertion présente une des modifications.
  - b) Une irrégularité légère, sous forme de petites aspérités occupe toute la surface.
- Majeur (2): plus de la moitié de la surface d'insertion offre des modifications importantes. Il s'agit le plus souvent de l'association de plusieurs types de remaniements.

#### Détermination du stade

L'addition des valeurs pour le centre et le contour permet de déterminer le stade:

0 = stade A

1 et 2 = stade B

3 et 4 = stade C

#### Cotations impossibles

Il existe une variété de cas où une insertion ne peut être cotée:

- une lacune osseuse due à un dommage post dépositionnel
- une desquamation superficielle de la couche de fibrocartilage et de la corticale existe au niveau de l'insertion

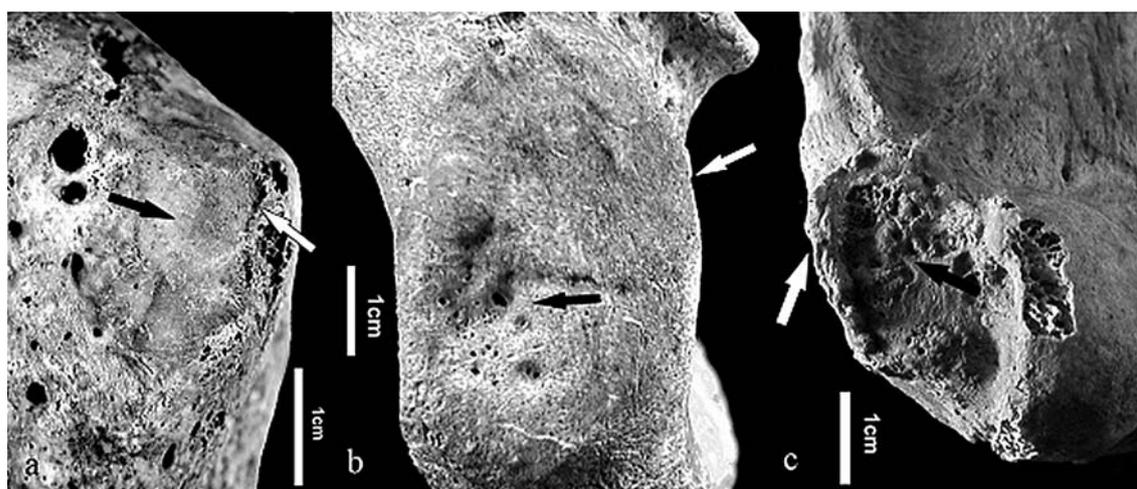
- des traces laissées par des racines gênent l'observation
- la persistance de tissu fibreux empêche la cotation ...

La valeur est ABS (absent), lorsque la partie osseuse est manquante, et NE (non enregistrable) lorsque plus de la moitié du contour et / ou du centre n'est pas visible (Havelková et Villotte 2007).

#### Remarques conclusives

L'utilisation d'une échelle en trois stades pose plusieurs problèmes, comparativement à une simple dichotomie présence / absence:

- La reproductibilité « inter-observateurs » est plus faible.
- L'analyse statistique est nettement plus complexe (trois stades, c'est à la fois trop et pas assez).
- Le stade C n'est principalement rencontré que pour des sujets âgés (>50 ans) ou présentant des pathologies systémiques (maladie hyperostotique par exemple) ou dans les cas de traumatismes (luxation de l'épaule par exemple). Or ces cas sont à exclure lors de l'étude des enthésopathies en tant que marqueurs osseux d'activité ...



**Fig. 20.** Exemples d'attribution du stade. Les flèches noires indiquent l'aspect de la surface, les flèches blanches caractérisent le contour.

- a) Stade B. Insertion du m. subscapulaire sur l'humérus. La surface de l'insertion est régulière, sans foramen; le contour est irrégulier.
- b) Stade B. Insertion des mm. ischio-jambiers sur l'os coxal. La surface de l'insertion est régulière mais présente des foramens sur une plage localisée; le contour de cette insertion est régulier.
- c) Stade C. Insertion des mm. épicondyliens latéraux sur l'humérus. La majorité de la surface de cette insertion est irrégulière; le contour de cette insertion forme une crête enthésophytique.

Ces différentes réflexions ont conduit à la proposition d'une méthode simplifiée (présence/absence) (Villette *et al.* 2010). Toutefois, il est toujours préférable de disposer de plus d'informations que nécessaire, plutôt que l'inverse. C'est pourquoi il peut sembler utile de conserver une échelle en trois stades. Par ailleurs, le travail de Jiang et collaborateurs (2002) démontre l'existence d'une corrélation entre une augmentation de l'importance d'une lésion et une augmentation des modifications osseuses, ce qui semble justifier, au moins en partie, une gradation des lésions.

### Bibliographie

- d'Agostino M-A, et Breban M (2003) *Besoin d'imagerie dans le diagnostic et le suivi des spondylarthropathies*. In H Bard, A Cotten, J Rodineau, G Saillant et J-J Railhac (eds.): *Tendons et enthèses*. Montpellier: Sauramps Médical, pp. 123–128.
- Ball J (1971) *Enthesopathy of rheumatoid and ankylosing spondylitis*. *Annals of the Rheumatic Diseases* 30: 213–223.
- Benjamin M, Evans EJ, et Copp L (1986) *The histology of tendon attachments to bone in man*. *Journal of Anatomy* 149: 89–100.
- Benjamin M, et McGonagle D (2001) *The anatomical basis for disease localisation in seronegative spondyloarthropathy at entheses and related sites*. *Journal of Anatomy* 199: 503–526.
- Benjamin M, et Ralphs JR (1998) *Fibrocartilage in tendons and ligaments – an adaptation to compressive load*. *Journal of Anatomy* 193: 481–494.
- Chan R, Kim DH, Millett PJ, et Weissman BN (2004) *Calcifying tendinitis of the rotator cuff with cortical bone erosion*. *Skeletal Radiology* 33: 596–599.
- Cooper RR, et Misol S (1970) *Tendon and ligament insertion. A light and electron microscopic study*. *The Journal of Bone and Joint Surgery [Am.]* 52: 1–20.
- Dörfel J (1969) *Vessels in the region of tendinous insertions. I. Chondroapophyseal insertion*. *Folia Morphologica* 17: 74–78.
- Dupont M, Pasteels JL, Duchateau M, et Szpalski M (1983) *Tendinites corporéales et ostéotendinites, essai de définition des lésions et de leur traitement chirurgical*. *Acta Orthopædica Belgica* 49: 30–41.
- Durigon M, et Paolaggi J-B (1991) *Enthèse au cours de la vie*. In L Simon, C Hérisson et J Rodineau (eds.): *Pathologie des insertions et enthésopathies*. Paris: Masson, pp. 12–17.
- Evans EJ, Benjamin M, et Pemberton DJ (1990) *Fibrocartilage in the attachment zones of the quadriceps tendon and patellar ligament of man*. *Journal of Anatomy* 171: 155–162.
- Flemming DJ, Murphey MD, Shekitka KM, Temple HT, Jelinek JJ, and Kransdorf MJ (2003) *Osseous involvement in calcific tendinitis: a retrospective review of 50 cases*. *American Journal of Roentgenology* 181: 965–972.
- François RJ, Braun J, et Khan MA (2001) *Entheses and enthesitis: a histopathologic review and relevance to spondyloarthritides*. *Current Opinion in Rheumatology* 13: 255–264.
- Freemont AJ (2002) *Enthesopathies*. *Current Diagnostic Pathology* 8: 1–10.
- Frown P, et Benjamin M (1995) *Variations in the quantity of uncalcified fibrocartilage at the insertions of the extrinsic calf muscles in the foot*. *Journal of Anatomy* 186: 417–421.
- Gao J, et Messner K (1996) *Quantitative comparison of soft tissue-bone interface at chondral ligament insertions in the rabbit knee joint*. *Journal of Anatomy* 188: 367–373.
- Havelková P, et Villette S (2007) *Enthesopathies: test of the reproducibility of the new scoring system based on current medical data*. *Slovenská antropológia* 10: 51–57.
- Hayashi K, Ishidou Y, Yonemori K, Nagamine T, Origuchi N, Maeda S, Imamura T, Kato M, Yoshida H, Sampath TK, ten Dijke P, et Sakou T (1997) *Expression and localization of bone morphogenetic proteins (BMPs) and BMP receptors in ossification of the ligamentum flavum*. *Bone* 21: 23–30.
- Henderson CY, et Gallant AJ (2005) *A simple method of characterising the surface of entheses*. Poster. Paleopathology Association, 32<sup>nd</sup> Annual North America Meeting, Milwaukee, 5–6 April, 2005.
- Jiang Y, Zhao J, van Holsbeeck MT, Flynn MJ, Ouyang X, et Genant HK (2002) *Trabecular microstructure and surface changes in the greater tuberosity in rotator cuff tears*. *Skeletal Radiology* 31: 522–528.
- Kumagai J, Sarkar K, et Uthoff HK (1994) *The collagen types in the attachment zone of rotator cuff tendons in the elderly: an immunohistochemical study*. *The Journal of Rheumatology* 21: 2096–2100.
- Lewis AR, Ralphs JR, Kneafsey B, et Benjamin M (1998) *Distribution of collagens and glycosaminoglycans in the joint capsule of the proximal interphalangeal joint of the human finger*. *The Anatomical Record* 250: 281–291.
- Milz S, Rufai A, Buettner A, Putz R, Ralphs JR, et Benjamin M (2002) *Three-dimensional reconstructions of the Achilles tendon insertion in man*. *Journal of Anatomy* 200: 145–152.
- Milz S, Tischer T, Buettner A, Schieker M, Maier M, Redman S, Emery P, McGonagle D, et Benjamin M (2004) *Molecular composition and pathology of entheses on the medial and lateral epicondyles of the humerus: a structural basis for epicondylitis*. *Annals of the Rheumatic Diseases* 63: 1015–1021.
- Petersen W, et Tillmann B (1999) *Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint*. *Anatomy and Embryology* 200: 325–334.

- Potter HG, Hannafin JA, Morwessel RM, DiCarlo EF, O'Brien SJ, et Altchek DW (1995) *Lateral epicondylitis: correlation of MR imaging, surgical and histopathologic findings*. Radiology 196: 43–46.
- Resnick D, et Niwayama G (1983) *Entheses and enthesopathy*. Radiology 146: 1–9.
- Resnick D, Shaul S, et Robins JM (1975) *Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH): Forestier's disease with extraspinal manifestations*. Radiology 115: 513–524.
- Scapinelli R (1989) *Morphological and functional changes of the lumbar spinous processes in the elderly*. Surgical & Radiologic Anatomy 11: 129–133.
- Shea JE, Hallows RK, et Bloebaum RD (2002) *Experimental confirmation of the sheep model for studying the role of calcified fibrocartilage in hip fractures and tendon attachments*. The Anatomical Record 266: 177–183.
- Slobodin G, Rozenbaum M, Boulman N, et Rosner I (2007) *Varied presentations of enthesopathy*. Seminars in Arthritis and Rheumatism 37: 119–126.
- Tan AL, Toumi H, Benjamin M, Grainger AJ, Tanner SF, Emery P, et McGonagle D (2006) *Combined high-resolution magnetic resonance imaging and histological examination to explore the role of ligaments and tendons in the phenotypic expression of early hand osteoarthritis*. Annals of the Rheumatic Diseases 65: 1267–1272.
- Villotte S (2006) *Connaissances médicales actuelles, cotation des enthésopathies: nouvelle méthode*. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris n.s., 18: 65–85.
- Villotte S (2009) *Enthésopathies et activités des hommes préhistoriques – Recherche méthodologique et application aux fossiles européens du Paléolithique supérieur et du Mésolithique*. Oxford: Archaeopress.
- Villotte S, Castex D, Couallier V, Dutour O, Knüsel C, et Henry-Gambier D (2010) *Enthésopathies as occupational stress markers: evidence from the upper limb*. American Journal of Physical Anthropology 142: 224–234.