

Une nouvelle méthode pour discriminer les individus décédés avant ou après 40 ans à partir de la symphyse pubienne

A. SCHMITT¹

RÉSUMÉ

La symphyse pubienne a fait l'objet de plusieurs méthodes pour estimer l'âge au décès, mais c'est la méthode Suchey-Brooks qui est la plus utilisée en contexte légal. Toutefois, d'après les tests effectués sur des séries ostéologiques indépendantes de l'échantillon de référence, elle s'avère imprécise, notamment après 40 ans. Ce résultat est lié à la variabilité entre individus et entre populations de l'indicateur.

Nous proposons, dans cet article, une nouvelle méthode basée sur un système de cotation simple, sur l'observation de plusieurs populations et sur une prédiction probabiliste de l'âge au décès de façon à tenir compte de la variabilité de l'indicateur avec l'âge.

Mots-clés : Symphyse pubienne, Estimation de l'âge au décès, Adulte, Prédiction probabiliste.

1. UMR 6578 : Laboratoire d'anthropologie bio-culturelle, Université de Médecine Nord, Boulevard Pierre Dramard, 13916 MARSEILLE Cedex (France).

SUMMARY

A New Method Based on the Pubic Symphysis in Order to Discriminate the Individuals Dead Before and After 40 Years Old

Several methods for age-at-death assessment are based on the pubic symphysis, but the method elaborated by Suchey-Brooks is commonly used in a forensic context. However, many tests of this technique on independent skeletal series showed that it is rather inaccurate, especially for individuals deceased after 40 years old. This result is related to the variability between and individuals and between populations with the morphological changes of this indicator.

In the present paper, we propose a new method based on a simple scoring system and created from several populations. A probabilistic approach is also used in order to take into account the variation of modification of the pubic symphysis with age.

Key-words: *Pubic symphysis, Age-at-death assessment, Adult, Probabilistic prediction.*

I. INTRODUCTION

La symphyse pubienne est un élément du squelette souvent observé pour estimer l'âge au décès des adultes en contexte légal. Les méthodes établies à partir des changements morphologiques de cet indicateur se basent sur le processus de maturation de la symphyse et sur les changements dégénératifs postérieurs à ce phénomène de maturation. Deux types de méthodes ont été proposés. La majorité d'entre elles se base sur l'observation globale de la morphologie de la symphyse pubienne à laquelle on attribue des stades [1-5]. Les autres méthodes se réfèrent à l'observation séparée des caractères morphologiques auxquels on attribue un score. Ces observations sont traitées soit par l'addition des scores obtenus pour chaque caractère [6, 7], soit par l'analyse régressive linéaire [8].

La méthode la plus utilisée est la méthode Suchey-Brooks. Cette méthode a été élaborée sur 739 hommes et 273 femmes [9, 10] et sur des groupes multi-ethniques. La démarche utilisée pour prédire l'âge est l'attribution d'un âge moyen, d'un écart type et d'un inter-

valle de confiance à 95 % pour chaque phase morphologique.

Les résultats des tests de reproductibilité de cette méthode indiquent une variation des cotations entre observateurs [11-12]. La méthode Suchey-Brooks a également été testée de nombreuses fois sur des collections indépendantes de l'échantillon de référence [11-18]. Les résultats de ces études montrent que l'évolution morphologique avec l'âge est variable d'une population à l'autre et que l'estimation de l'âge est très imprécise. Les intervalles chronologiques proposés pour les stades 4 à 6 sont presque similaires. Les tests effectués sur d'autres méthodes impliquant la symphyse pubienne [6] indiquent également une variabilité des changements morphologiques avec l'âge entre populations et entre individus.

Les phases correspondant à l'achèvement de la maturation de la symphyse pubienne sont informatives dans la mesure où elles se produisent sur un intervalle chronologique d'une vingtaine d'années. En revanche, les changements morphologiques qui se manifestent ensuite sont des lésions dégénératives qui dépendent

d’une multitude de paramètres. Après 40 ans, la méthode est moins fiable et moins précise [4, 6, 8, 10, 18, 19]. Dans cet article, nous proposons l’élaboration d’une méthode élaborée à partir d’un système de cotation simple et d’une prédiction probabiliste pour estimer l’âge au décès sous forme d’intervalle chronologique fiable de façon à tenir compte de la variabilité de l’évolution morphologique de la symphyse pubienne avec l’âge. Les lésions dégénératives de la symphyse pubienne étant peu corrélées à l’âge, notre étude se base sur les processus de maturation de cet indicateur de façon à discriminer les adultes jeunes de ceux décédés après 40 ans.

II. MATÉRIEL

Afin de prendre en compte la variabilité des changements morphologiques de la symphyse pubienne pendant sa maturation, des échantillons de plusieurs collections ostéologiques, d’âge et de sexe connus, ont été étudiés. Il s’agit de 3 séries datant du 18^e, 19^e et 20^e siècle : la collection identifiée de l’université de Coimbra au Portugal [20], la collection de Spitalfields en Angleterre [21] et la collection Hamann-Todd aux Etats-Unis [22]. L’effectif des échantillons par séries, par classe d’âge et par sexe est donné dans le tableau I.

Un quatrième échantillon a été étudié pour tester la fiabilité de la méthode mise au point (tableau I). Il s’agit d’individus issus d’autopsies effectuées à Brest entre 1996 et 1997 et à Montpellier entre 1998-1999. Cette collection est conservée à l’Hôpital Lapeyronie à Montpellier.

III. MÉTHODE

III.1. Elaboration d’un système de cotation

Chez les individus immatures, la symphyse pubienne est constituée de crêtes et de sillons, caractéristique des structures métaphysaires. Avec l’âge, ces reliefs disparaissent et donnent place à des nodules osseux. Les changements morphologiques de la face sont accompagnés par la formation du rempart ventral. Chez les sujets jeunes, le bord antérieur correspond au bord de la surface antérieure du pubis. Pendant la maturation de l’épiphyse, une surface étroite apparaît entre la surface de la symphyse et le bord antérieur [8]. Il est orienté de dedans vers l’avant et en dehors vers l’arrière. Il se développe du bas vers le haut.

L’acquisition du rempart ventral fait partie du processus de maturation de la symphyse pubienne. Le rempart apparaît de façon variable avec l’âge, entre 20 et 40 ans [1, 2, 4, 10].

A partir de ces changements morphologiques, nous avons établi un système de cotation en observant séparément 3 zones de la symphyse pubienne.

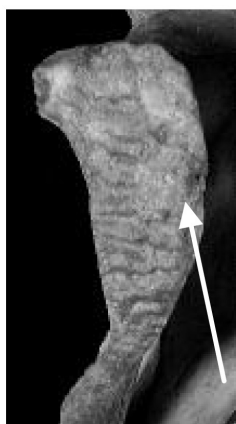
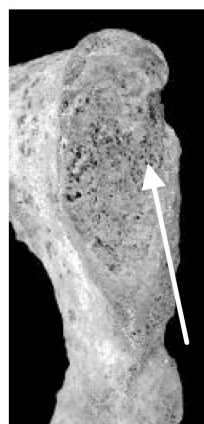
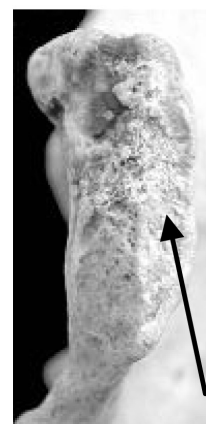
Caractère 1 : la demi-face postérieure (SPUA-figure 1).

SPU A1 : présence de crêtes et de sillons bien définis, orientés perpendiculairement à l’axe de la symphyse pubienne.

SPU A2 : la demi-face postérieure est en cours de remodelage. Elle subit un processus d’ossification. Les crêtes et sillons sont largement atténués ou complé-

Tableau I : Effectif des individus par sexe et par classes d’âge, moyenne et écart type pour chaque échantillon étudié.

| | coimbra | | | Spitafields | | | Hamann-Todd | | | français | | |
|-------------|---------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|----------|-------|-------|
| classe âge | homme | femme | total | homme | femme | total | homme | femme | total | homme | femme | total |
| 20-29 | 9 | 10 | 19 | 4 | 4 | 8 | 11 | 15 | 26 | 27 | 6 | 33 |
| 30-39 | 10 | 13 | 23 | 8 | 11 | 19 | 13 | 12 | 25 | 35 | 4 | 39 |
| 40-49 | 14 | 13 | 27 | 8 | 7 | 15 | 12 | 14 | 26 | 25 | 8 | 33 |
| 50-59 | 12 | 17 | 29 | 18 | 6 | 24 | 11 | 13 | 24 | 19 | 5 | 24 |
| 60-69 | 13 | 14 | 27 | 9 | 17 | 26 | 11 | 11 | 22 | 9 | 5 | 14 |
| 70+ | 6 | 8 | 14 | 12 | 10 | 22 | 8 | 10 | 18 | 3 | 2 | 5 |
| total | 64 | 75 | 139 | 59 | 55 | 114 | 66 | 75 | 141 | 118 | 30 | 148 |
| moyenne âge | 49,2 | 50,1 | 49,7 | 54,1 | 54,9 | 54,5 | 48,9 | 48,9 | 48,9 | 40,4 | 45,9 | 41,5 |
| écart type | 16,3 | 17,2 | 16,7 | 17,8 | 16,2 | 16,9 | 18,1 | 17,1 | 17,5 | 13,9 | 16,5 | 14,6 |

Figure 1 : Les trois stades du caractère SPUA.**SPUA1****SPUA2****SPUA3****SPUA3**

ment absents. On peut voir des nodules osseux distincts.

SPU A3 : le remodelage de la demi-face postérieure est achevé, elle est régulière. Absence totale de nodules osseux. Le bord postérieur est bien délimité.

Caractère 2 : la demi-face antérieure (SPUB-figure 2).

Les changements morphologiques de la demi-face antérieure sont liés à la formation du rempart.

SPU B1 : la demi-face antérieure est constituée de sillons et de crêtes, orientés perpendiculairement à l'axe de la symphyse pubienne. Le rempart est absent. Il n'y a aucune formation sur le bord ventral adjacent à la symphyse.

SPU B2 : le rempart est en formation. On distingue sa partie inférieure. Le bord inférieur de la face de la symphyse forme un triangle distinct. Le bord antérieur de ce triangle délimite la partie inférieure du rempart ventral. La partie supérieure du rempart n'est pas formée. Il y a un hiatus osseux. Ce hiatus est une dépression de l'os par rapport au niveau de la surface de la symphyse.

SPU B3 : la formation de la partie ventrale et supérieure du rempart est achevée. Le rempart se développe sur toute la longueur de la symphyse. Son épaisseur est variable. Les contours de la face de la symphyse sont claires.

Caractère 3 : le bord postérieur (SPUC-figure 3).

Ce caractère s'observe en orientant l'os coxal avec la partie postérieure de l'aile iliaque face à l'observateur.

SPU C1 : lèvre postérieure sans débordement.

SPU C2 : lèvre postérieure débordant sur le segment du pubis adjacent à la symphyse pubienne.

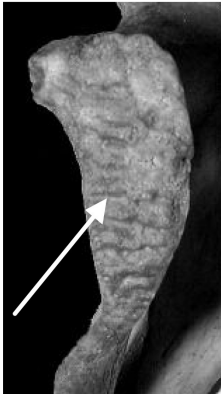
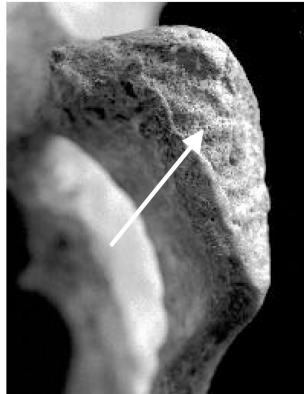
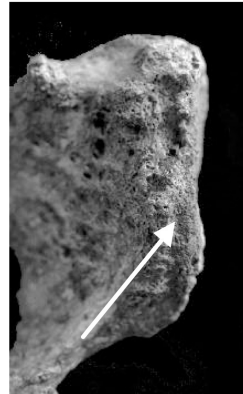
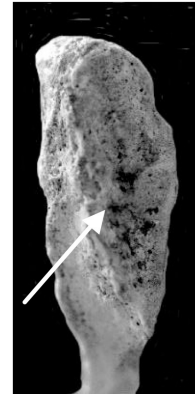
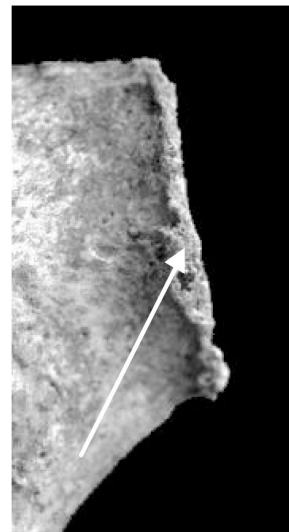
III.2. L'analyse statistique

Elle a été réalisée avec le logiciel statistica v.7. La relation entre les classes d'âge et les stades morphologiques des 3 caractères a été analysée par le test du χ^2 pour SPUA et SPUB et le test « p exact de fisher » pour SPUC.

La différence entre les sexes a été explorée par le test non paramétrique U de Mann-Whitney, après vérification de la similarité de la distribution par âge des deux groupes par le test Kolmogorov-Smirnov. Cette étude a été réalisée pour chaque série, séparément.

III.3. La prédiction de l'âge au décès

L'approche bayésienne est un outil statistique couramment utilisé en sciences médicales en paléanthropologie et en anthropologie légale [23-25]. En ce qui concerne l'estimation de l'âge au décès, Lucy et ses collègues [23] ont proposé l'utilisation de l'approche bayésienne par rapport à l'analyse régressive, lorsqu'il s'agit

Figure 2 : Les trois stades du caractère SPUB.**SPUB1****SPUB2****SPUB3****SPUB3****Figure 3 : Les deux stades du caractère SPUC.****SPUC1****SPUC2**

de données ordinales. De plus, lorsque le coefficient de corrélation entre un indicateur d'âge et l'âge chronologique ne dépasse pas 0,9, ce qui est toujours le cas, la régression souffre d'un biais fondamental. Elle a tendance à sur-estimer l'âge des jeunes et à sous-estimer l'âge des individus âgés [26]. De plus, le modèle bayésien ne se situe pas autour d'une moyenne, contrairement à l'analyse régressive, mais prend en compte tous les individus de l'échantillon de référence [23].

L'approche bayésienne est donc tout à fait adaptée aux données ordinales destinées à estimer l'âge. Elle prend en compte la fréquence de chaque caractère dans chaque classe d'âge et donne par conséquent une vision plus juste des changements morphologiques qui évoluent avec l'âge.

L'approche bayésienne est basée sur 3 concepts [27]. Le concept de probabilité *a priori* réside dans

l'utilisation d'informations préalables (c'est-à-dire antérieures à l'étude des données récoltées) sur les valeurs possibles des inconnues, en vue d'obtenir une distribution *a priori* des paramètres à mesurer du modèle décrit. La probabilité *a priori* est une expression mathématique que nous notons $p(\theta)$.

Le lien entre les paramètres à mesurer et les données est fourni par le concept de vraisemblance. C'est une fonction mathématique du paramètre reflétant les informations fournies par les données récoltées sur ce paramètre. En d'autres termes, la vraisemblance mesure la conformité entre les données récoltées et une valeur particulière du paramètre. La fonction est déterminée par la probabilité conditionnelle d'une donnée x sachant que le paramètre a une valeur particulière : $p(x/\theta)$.

La probabilité *a posteriori* est obtenue par la combinaison des données récoltées et des informations *a priori*, soit $p(q/\theta)$:

$$p(\theta/x) = \frac{p(x/\theta) \cdot p(\theta)}{p(x)}$$

$p(x)$ est la somme de $[p(x/\theta) \cdot p(\theta)]$ pour toutes les valeurs de θ .

Lucy *et al.*, (1996) ont développé un modèle fondé sur le théorème de Bayes pour estimer l'âge au décès à partir de critères dentaires. Le détail des équations figure dans cette publication. Nous avons repris ce modèle pour étudier la combinaison des caractères de la symphyse pubienne.

Dans un premier temps, chaque échantillon a été étudié séparément. Les probabilités *a posteriori* d'appartenir à une classe d'âge ont été calculées suivant le principe de la Jackknife, c'est-à-dire que l'individu pour lequel est calculée la probabilité, est exclu de l'ensemble des individus servant de référence.

La source d'informations *a priori* doit suivre un schéma de mortalité réel et connu. Dans le domaine de l'expertise médico-légale, la mortalité n'est pas naturelle, la solution est donc d'utiliser le même nombre d'individus dans chaque classe d'âge pour éviter un biais dans la distribution de la population de référence. Dans notre étude, l'effectif des individus par classes d'âge décennal dans chaque échantillon (Coimbra, Spitafields, Hamann-Todd) est homogène.

Etant donné que les changements de la morphologie de la symphyse pubienne avec l'âge n'est pas informative après 40 ans, nous avons regroupé les classes

supérieures à cette limite chronologique. Toutefois, nous avons conservé les classes 20-29 et 30-39 dans l'optique de différencier les individus dont l'âge réel est inclus dans l'une ou l'autre catégorie.

IV. RÉSULTATS

IV.1. Effet de l'âge et du sexe sur la morphologie de l'indicateur

Les résultats de la relation entre les classes décennales et les stades morphologiques sont donnés dans le tableau II. Les valeurs du p sont toutes inférieures à 0,001. Toutefois, l'analyse des classes d'âge deux à deux montrent que les différences ne sont pas toujours significatives. Par souci de clarté, cette observation est illustrée par une analyse des correspondances multiples. Sur la figure 4, nous observons que SPUA1 et SPUB1 sont liés à la classe 20-29. Les caractères SPUA2 et SPUB2 et SPUC1 forment un ensemble avec les classes 30-39. Les modalités supérieures des trois caractères (SPUA3, SPUB3, SPUC2) forment un ensemble avec les classes supérieures à 40 ans.

La comparaison des distributions par âge entre les deux sexes montre, par le test Kolmogorov Smirnov, que les différences ne sont pas significatives ($p > 0,10$). Dans les tableaux III et IV figurent les résultats obtenus par le test U de Mann-Whitney. Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les hommes et les femmes quelle que soit la série considérée.

Tableau II : Résultats du test du χ^2 pour analyser la relation entre les classes d'âge et les stades des 3 caractères.

| | Chi2 | degré de liberté | p |
|-------------|---------|------------------|----------|
| Coimbra | | | |
| SPUA | 84,9762 | 15 | <0,0001 |
| SPUB | 48,5191 | 10 | <0,0001 |
| SPUC | 15,4028 | 5 | <0,001 |
| Spitafields | | | |
| SPUA | 21,3696 | 5 | <0,0001 |
| SPUB | 204,706 | 10 | <0,0001 |
| SPUC | 49,9257 | 5 | <0,00001 |
| Hamann-Todd | | | |
| SPUA | 19,808 | 4 | <0,0001 |
| SPUB | 10,2056 | 2 | <0,001 |
| SPUC | 7,3411 | 1 | <0,0001 |

Figure 4 : Analyse des correspondances multiples, relation entre les classes d'âge et les stades des 3 caractères.

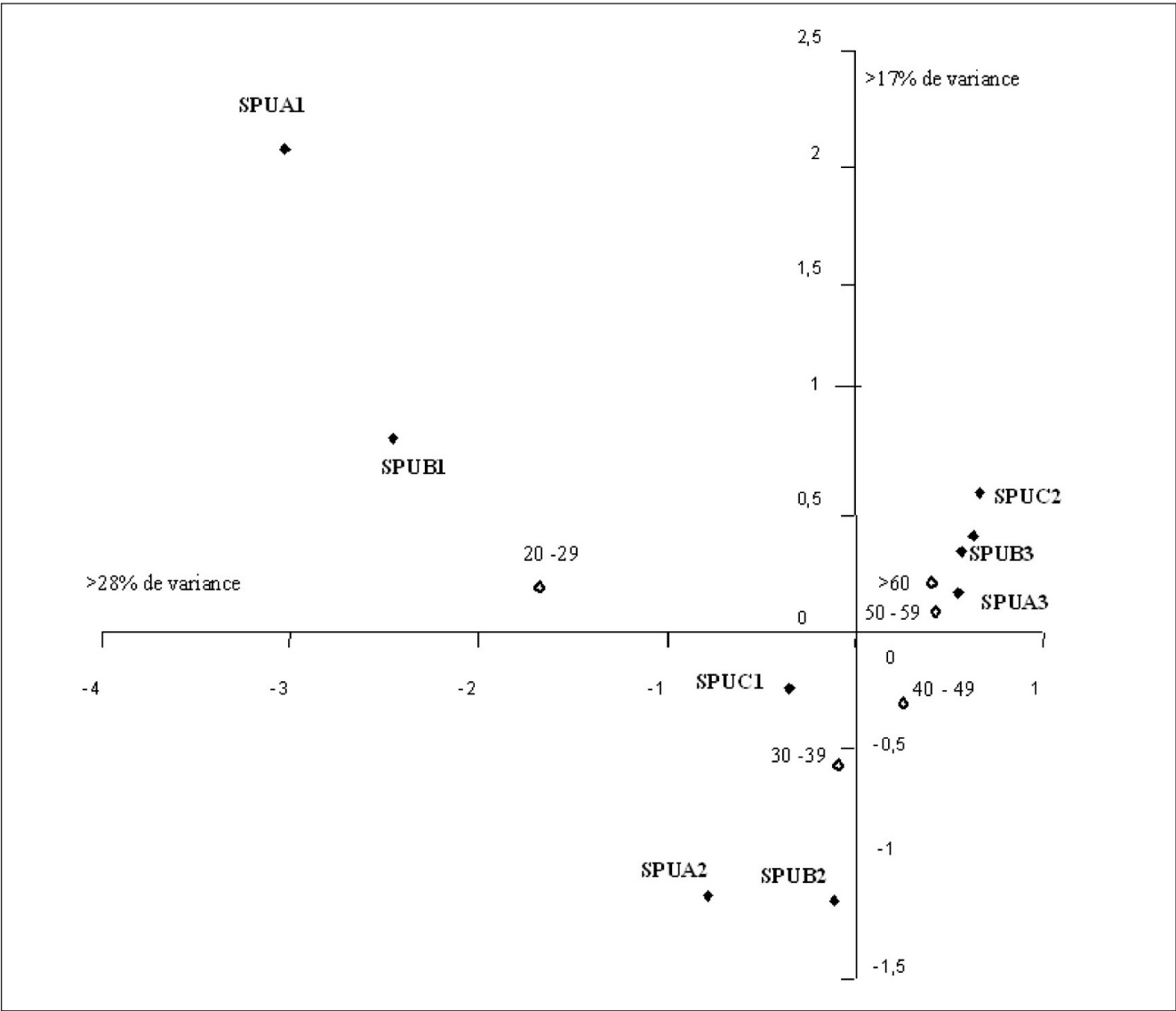


Tableau III : Résultats du test U de Mann-Whitney pour analyser les différences entre sexes pour les caractères SPUA et SPUB.

| Coimbra | SommeRgs H | SommeRgs F | U | Z | niv. p | Z ajusté | niv. p | N (homme) | N (femme) | 2*(1-p) p exact |
|--------------|------------|------------|----------|--------|--------|----------|--------|-----------|-----------|-----------------|
| SPUA | 4710,000 | 5020,000 | 2170,000 | 0,972 | 0,331 | 1,293 | 0,196 | 64 | 75 | 0,333 |
| SPUB | 4381,000 | 5349,000 | 2301,000 | -0,418 | 0,676 | -0,458 | 0,647 | 64 | 75 | 0,678 |
| Hamann-Todd | | | | | | | | | | |
| SPUA | 4650,000 | 5361,000 | 2439,000 | -0,149 | 0,882 | -0,187 | 0,852 | 66 | 75 | 0,884 |
| SPUB | 4386,000 | 5625,000 | 2175,000 | -1,240 | 0,215 | -1,701 | 0,089 | 66 | 75 | 0,217 |
| Spitalfields | | | | | | | | | | |
| SPUA | 3042,500 | 3512,500 | 1502,500 | 0,680 | 0,496 | 1,387 | 0,165 | 55 | 59 | 0,498 |
| SPUB | 2834,000 | 3721,000 | 1294,000 | 1,863 | 0,062 | 2,668 | 0,076 | 55 | 59 | 0,063 |

Tableau IV : Résultats du test du χ^2 pour analyser les différences entre sexe pour le caractère SPUC.

| | Coimbra | | Spitafields | | Hamann-Todd | |
|--------------------------|-----------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | SPUC1 | SPUC2 | SPUC1 | SPUC2 | SPUC1 | SPUC2 |
| homme | 59 | 5 | 27 | 32 | 38 | 28 |
| femme | 64 | 11 | 32 | 23 | 45 | 30 |
| p exact Fisher bilatéral | p= 0,2877 | | p= 0,1957 | | p= 0,8641 | |

IV.2. Résultat du calcul bayésien

La figure 5 présente l'effectif des individus bien et mal classés par populations. Un individu bien classé signifie que son âge réel est compris dans la classe d'âge estimée, soit 20-29, 20-39 ou 40+. Le pourcentage d'individus bien classés s'étend de 81 à 90 %. Il est supérieur dans la série de Spitafields. Dans le groupe issu de la collection Hamann-Todd, 5 % des sujets sont d'âge indéterminé, c'est-à-dire que la distribution des probabilités est équivalente dans chaque classe d'âge et qu'il n'est pas possible d'attribuer un intervalle chronologique.

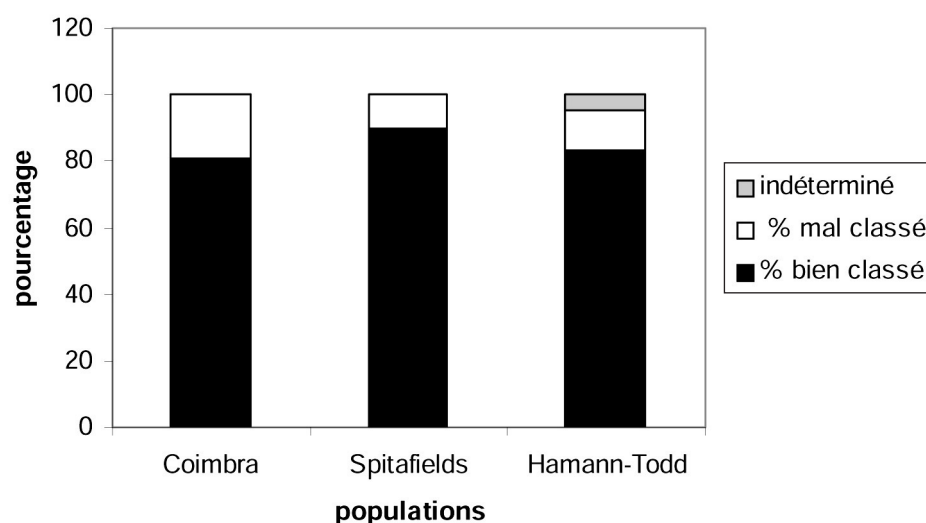
suivent un ordre précis, c'est la raison pour laquelle seulement 7 combinaisons des 3 caractères ont une réalité biologique. Le tableau V présente pour chacune d'entre elles, les probabilités *a posteriori* et l'intervalle chronologique estimé. Les individus peuvent être classés dans 3 intervalles chronologiques : 20-29 ; 20-39 ; plus de 40 ans.

Tableau V : Distribution des probabilités *a posteriori* et proposition d'intervalles chronologiques issue des échantillons des collections de Coimbra, Spitafields et Hamann-Todd.

| cotation | distribution des probabilités <i>a posteriori</i> | | | estimation âge |
|----------|---|-------|------|----------------|
| | 20-29 | 30-39 | 40+ | |
| 111 | 0,99 | 0,01 | 0 | 20-29 |
| 211 | 0,91 | 0,07 | 0,02 | 20-29 |
| 221 | 0,41 | 0,26 | 0,33 | 20-39 |
| 321 | 0,05 | 0,19 | 0,76 | >40 |
| 322 | 0,02 | 0,11 | 0,87 | >40 |
| 331 | 0,02 | 0,18 | 0,80 | >40 |
| 332 | 0,01 | 0,1 | 0,89 | >40 |

IV.3. Proposition d'intervalle chronologique

De façon à tenir compte de la variabilité entre individus et entre populations, les 3 échantillons ont été réunis pour créer une population de référence [28]. Les changements morphologiques de la symphyse pubienne

Figure 5 : Pourcentage des individus bien classés, mal classés et indéterminés pour chaque échantillon.

De façon à tester la fiabilité et la performance de la méthode, elle a été appliquée sur un échantillon indépendant issu d'autopsies effectuées sur le territoire français (tableau I). Les résultats des estimations figurent dans le tableau VI. 84,5% des individus sont bien classés, leur âge réel étant compris dans l'intervalle chronologique estimé. Ce résultat correspond à la marge d'erreur observée sur les séries de référence.

Tableau VI : Matrice de confusion entre les classes d'âge réelles et les classes d'âge estimées pour l'échantillon test français.

| classe d'âge réelle | classe d'âge estimée | | | total |
|---------------------|----------------------|-------|-----|-------|
| | 20-29 | 20-39 | 40+ | |
| 20-29 | 24 | 6 | 3 | 33 |
| 30-39 | 6 | 29 | 4 | 39 |
| 40+ | 0 | 10 | 66 | 76 |
| total | 30 | 45 | 73 | 148 |

V. DISCUSSION ET CONCLUSION

Depuis l'utilisation de la symphyse pubienne comme indicateur de l'âge au décès des adultes, des standards différents pour chaque sexe ont été recommandés. Chez la femme, une plus forte variabilité morphologique que chez l'homme a été observée [9, 14] ainsi qu'un vieillissement osseux plus rapide [3]. Ce sont donc les âges moyens et les intervalles de confiance des phases morphologiques qui diffèrent selon le sexe, mais les caractères morphologiques sont similaires entre les deux sexes. Dans notre étude, l'existence de différences sexuelles pour les caractères observés n'a pas été mise en évidence. Etant donné que nous proposons d'observer des processus de maturation, ce résultat n'est pas surprenant. Il n'y a pas de différences entre sexe si on exclue l'observation des exostoses. Dans notre méthode, il n'est donc pas nécessaire d'évaluer les changements morphologiques selon le sexe, ce qui est très avantageux puisque ce paramètre n'est pas toujours déterminable, notamment sur les corps décomposés ou les restes osseux dissociés.

Les changements morphologiques des caractères de la symphyse pubienne que nous proposons d'observer sont liés à l'âge. Toutefois, cette relation n'existe plus après 40 ans, même pour la formation de la lèvre du bord postérieur de la surface articulaire (SPUC).

La méthode que nous proposons permet d'estimer l'âge en donnant un intervalle chronologique sous forme de 3 catégories (20-29, 20-39 et 40+). La prédiction est fiable dans 85 % des cas. Le taux d'erreur est lié à

la variabilité de la maturation de la symphyse pubienne entre individus. Or, cette variabilité est incontournable [25]. Si on considère les intervalles de variation à 95% de la méthode Suchey-Brooks pour les trois premiers stades, on observe également une variabilité élevée et un chevauchement de ces intervalles. Par exemple, pour l'échantillon masculin, le stade I correspond à l'intervalle chronologique 15-23 ans; le stade II à 19-34 ans et le stade III à 21-46 ans. Cette méthode n'est donc pas particulièrement précise et sa fiabilité lorsqu'elle a été testée sur des échantillons indépendants étaient systématiquement moindre que celle observée sur la série de référence. Ce n'est pas le cas pour la méthode que nous proposons. En effet, nous avons considéré la variabilité de plusieurs populations pour proposer un modèle. Par conséquent, lorsque la méthode est appliquée sur un échantillon complètement indépendant, le taux de mauvaise classification correspond à celui observé dans la population de référence.

La méthode que nous proposons permet donc de discriminer les individus décédés avant ou après 40 ans. L'utilisation de la symphyse pubienne dans ce cadre chronologique a déjà été proposée [29], en utilisant les trois premiers stades de la méthode Suchey-Brooks dont nous avons déjà décrit l'imprécision. La technique d'observation que nous proposons tient compte, elle, de la variabilité entre individus, entre populations. De plus, elle est basée sur un protocole d'observation simple. Elle permet donc une meilleure évaluation des individus décédés avant et après 40 ans.

VI. BIBLIOGRAPHIE

[1] TODD T.W. – Age characters of the pubic bone, *Anat. Rec.*, 1920, 18, 264-265.

[2] TOOD T.W. – Age changes in the pubic bone, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1921, 4, 1-70.

[3] BROOKS S.T. – Skeletal age at death : reliability of cranial and pubic age indicators, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1955, 13, 567-597.

[4] MEINDL R.S., LOVEJOY C.O., MENSFORTH R.P., WALKER R.A. – A revised method of age determination using the os pubis, with a review and tests of accuracy of other current methods of pubic symphyseal aging, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1985, 68, 29-45.

[5] BROOKS S., SUCHEY J.M. – Skeletal age determination based on the os pubis : a comparison of the Acsádi-Nemeskeri and Suchey-Brooks methods, *Hum. Evol.*, 1990, 5, 227-238.

- [6] McKERN T.W., STEWART T.W. – Skeletal age changes in young American males. Analysis from the stand point of age identification. Environmental Protection Research Division, Technical Report, 1957, n° EP45.
- [7] GILBERT B.M., MC KERN T.W. – A method for aging the female os pubis, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1973, 38, 31-38.
- [8] HANIHARA K., SUZUKI T. – Estimation of age from the pubic symphysis by means of the multiple regression analysis, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1978, 48, 233-240.
- [9] SUCHY J.M., WISELEY D.V., NOGUSHI T.T. – Ages changes in the female os pubis in an extreme sample of modern american female, 33rd annual meeting of American Academy of Forensic Sciences, Los Angeles, 1981.
- [10] KATZ D., SUCHY J.M. – Age determination of the male os pubis, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1986, 69, 427-435.
- [11] SAUNDERS S.R., FITZGERALD C., ROGERS T., DUDAR C., MCKILLOP H. – A test of several methods of skeletal age estimation using a documented archaeological sample, *Canadian Society of Forensic Science*, 1992, 25, 97-118.
- [12] BACCINO E., UBELAKER D.H., HAYEK L.-A., ZERILLI A. – Evaluation of seven methods of estimating age at death from mature human skeletal remains, *J. Forensic Sci.*, 1999, 44, 931-936.
- [13] ISCAN M.Y., LOTH S.R., SCHEUERMAN E.H. – Age assessment from the sternal end of the rib and pubis symphysis : a systematic comparison, *Anthropologie (Brno)*, 1992, XXX, 41-44.
- [14] KLEPINGER L.L., KATZ D., MICOZZI M.S., CAROLL L. – Evaluation of cast methods for estimating age from os pubis, *J. Forensic Sci.*, 1992, 37, 763-770.
- [15] HOPPA R.D. – Population variation in osteological aging criteria : an example from the pubic symphysis, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2000, 111, 185-191.
- [16] SCHMITT A. – Age at death assessment using the os pubis and the auricular surface of the ilium : a test on an identified Asian sample, *International Journal of Osteoarchaeology*, 2004, 14, 1-6.
- [17] CHEN X., ZHANG Z., TAO L. – Determination of male age at death in Chinese Han population : using quantitative variables statistical analysis from pubic bones, *Forensic Sci. Int.*, 2007, 175, 36-43.
- [18] MARTRILLE L., UBELAKER D.H., CATTANEO C., SEGURET F., TREMBLAY M., BACCINO E. – Comparison of Four Skeletal Methods for the Estimation of Age at Death on White and Black Adults, *J. Forensic Sci.*, 2007, 52, 302-307.
- [19] BOCQUET-APPEL J.P., MAIA NETO M.A., TAVARES DA ROCHA M.A., XAVIER DE MORAIS M.H. – Estimation de l'âge au décès des squelettes d'adultes par regressions multiples, *Contribuções para o Estudo da Antropologia Portuguesa*, 1978, 10, 107-167.
- [20] ROCHA M.A. – Les collections ostéologiques humaines identifiées du Musée Anthropologique de l'Université de Coimbra, *Antropologia Portuguesa*, 1995, 13, 7-38.
- [21] MOLLESON T., COX M. – The Spitfields project (volume 2- anthropology), CBA research Report, 1993, 86, 167-179.
- [22] MENSFORTH R.P., LATIMER B.M. – Hamann-Todd Collection aging studies : osteoporosis fracture syndrome, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1989, 80, 461-479.
- [23] LUCY D., AYKROYD R.G., POLLARD A.M., SOLHEIM T. – A Bayesian approach to adult human age estimation from dental observations by Johanson's age changes, *J. Forensic Sci.*, 1996, 41, 189-194.
- [24] FOTI B., ADALIAN P., LALYS L., CHAILLET N., LEONETTI G., DUTOIR O. – Approche probabiliste de l'estimation de l'âge chez l'enfant à partir de la maturation dentaire, *CR Biol.*, 2003, 326, 441-448.
- [25] SCHMITT A., MURAIL P., CUNHA N., ROUGÉ D. – Variability of the pattern of aging on the human skeleton : evidence from bone indicators and implications on age at death estimation, *J. Forensic Sci.*, 2002, 47, 1203-1209.
- [26] AYKROYD R.G., LUCY D., POLLARD A.M., ROBERTS C.A. – Nasty, brutish, but not necessarily short : a reconsideration of the statistical method used to calculate age at death from adult human skeletal and dental age indicators, *American Antiquity*, 1999, 64, 55-70.
- [27] BUCK C.E., CAVANAGH W.G., LITTON C.D. – Bayesian Approach to Interpreting Archaeological Data. Wiley and Sons, Chichester, 1996.
- [28] SCHMITT A. – Estimation de l'âge au décès des adultes : des raisons d'espérer. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 2002, ns, 14, 51-73.
- [29] BACCINO E., TAVERNIER J.C., LAMENDIN H., FRAMMERY D., NOSSINTCHOUK R., HUMBERT J.F. – Recherche d'une méthode multifactorielle simple pour la détermination de l'âge des cadavres adultes, *Journal de Médecine Légale et Droit Médical*, 1991, 34, 1, 27-33.